

Abstracts of the
**International Workshop
on Groundnuts**

13-17 October 1980

Résumés des communications
**Colloque international
sur l'arachide**

13-17 octobre 1980

International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics

Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides

Abstracts in English and French of the
International Workshop on Groundnuts

13 17 October 1980

Resumes anglais et francais du
Colloque international sur l'arachide

13 17 octobre 1980



ICRISAT

International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
ICRISAT Patancheru P.O
Andhra Pradesh 502 324, India

Contents

Opening Session		1
The ICRISAT Groundnut Program	R.W. Gibbons	2
Session 2 -- Research Organization and Development		5
Indian Coordinated Research Project on Oilseeds with Special Reference to Groundnut	Vikram Singh	6
The Role and Function of the IRHO in Groundnut Research and Development	P. Gillier	8
Peanut Collaborative Research Support Program Planning	CR. Jackson and D.G. Cummins	10
Research and Extension Inputs Resulting in High Yields of Groundnuts in the USA	Ray O. Hammons	12
Session 3 — Genetics and Breeding		15
Groundnut Genetic Resources at ICRISAT	V.R. Rao	16
Breeding Methodology for Groundnuts	A.J. Norden	18
Groundnut Breeding at ICRISAT	S.N. Nigam, S.L. Dwivedi, and R.W. Gibbons	20
Session 4 - Cytogenetics and Utilization of Wild Species		23
Cytogenetic Investigations in the Genus <i>Arachis</i>	H.T. Stalker	24
Utilization of Wild <i>Arachis</i> Species at ICRISAT	A.K. Singh, D.C. Sastri, and J.P. Moss	26

Table des matieres

Session d'ouverture

Le programme de l'ICRISAT sur l'arachide R.W. Gibbons

Session 2. Organisation et evolution de la recherche

Projet indien de recherche coordonnee sur les oleagineux, portant plus particuliere-ment sur l'arachide Vikram Singh

Le rble et les fonctions de IRHO dans la recherche et le developpement concernant l'arachide P. Gillier

Planification d'un programme de soutien de la recherche collaborative sur l'arachide C.R. Jackson et D.G. Cummins

Amelioration dans la recherche et la vulgarisation aux Etats-Unis ayant entraine de hauts rendements en arachides Ray O. Hammons

Session 3. Genetique et selection

Ressources genetiques d'arachide a l'ICRISAT V.R. Rao

Methodologie de selection des, arachides A.J. Norden

Selection d'arachides a l'ICRISAT S.N. Nigam, S.L. Dwivedi, et R.W. Gibbons

Session 4. Cytogenetique et utilisation des especes a croissance spontanee

Recherches cytogenetiques sur le genre *Arachis* H.T. Stalker

Utilisation des especes *d'Arachis* a croissance spontanee a VICRISAT A.K. Singh, D.C. Sastri, et J.P. Moss

Session 5 — Crop Nutrition and Agronomy		29
Increasing Nitrogen Fixation of the Groundnut by Strain and Host Selection	J.C. Wynne, G.H. Elkan, and T.J. Schneeweis	30
Studies on Nitrogen Fixation by Groundnut at ICRISAT	P.T.C. Nambiar and P.J. Dart	32
Physiological Basis for Increased Yield Potential in Peanuts	D.E. McCloud, W.G. Duncan, R.L. McGraw, P.K. Sibale, K.T. Ingram, J. Dreyer, and I.S. Campbell	34
Groundnut in Intercropping Systems	M.S. Reddy, C.N. Floyd, and R.W. Willey	36
Session 6 — Groundnut Entomology		37
Resistance of Groundnuts to Insects and Mites	W.V. Campbell and J.C. Wynne	38
Groundnut Pest Research at ICRISAT	P.W. Amin and A. Mohammad	39
Session 7 -- Groundnut Pathology		41
<i>Cylindrocladium</i> Black rot (CBR) Disease of Peanut (<i>Araohis hypogaea</i> L.)	Marvin K. Beute	42
<i>Solerotinia</i> Blight of Groundnut--A Disease of Major Importance in the USA	D. Morris Porter	44
Groundnut Foliar Disease in the United States	D.H. Smith	46
Research on Fungal Diseases of Groundnut at ICRISAT	P. Subrahmanyam, V.K. Mehan, D.J. Nevill, and D. McDonald	48
Studies of Resistance to Foliar Pathogens	D.J. Nevill	50
International Aspects of Groundnut Virus Research	D.V.R. Reddy	52
Groundnut Virus Research at ICRISAT	A.M. Ghanekar	54

Session 5. Nutrition et agronomie des cultures		29
Augmentation de la capacite de fixation de l'azote par l'arachide grace a la selection de souches et d'hotes	J.C. Wynne, G.H. Elkan, et T.J. Schneeweis	31
Etudes realisees a l'ICRISAT sur la fixation d'azote par l'arachide	P.T.C. Nambiar et P.J. Dart	33
Bases physiologiques pour une augmentation potentielle du rendement de l'arachide	D.E. McCloud, W.G. Duncan, R.L. McGraw, P.K. Sibale, K.T. Ingram, J. Dreyer, et I.S. Campbell	35
L'arachide dans les systemes de culture intercalaire	M.S. Reddy, C.N. Floyd, et R.W. Willey	36
Session 6. Entomologie de l'arachide		37
Resistance de l'arachide aux insectes et aux acariens	M.V. Campbell et J.C. Wynne	38
La recherche sur les parasites de l'arachide a l'ICRISAT	P.W. Amin et A. Mohammad	39
Session 7. Pathologie de l'arachide		41
La maladie de la pourriture noire <i>Cylindrocladium</i> de l'arachide (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	Marvin K. Beute	43
La fletrissure <i>Sclerotinia</i> de l'arachide: Une maladie tres importante aux Etats-Unis	D. Morris Porter	45
Maladies foliaires de l'arachide aux Etats-Unis	D.H. Smith	47
Recherches realisees a l'ICRISAT sur les maladies fongiques de l'arachide	P. Subrahmanyam, V.K. Mehan, D.J. Nevill, et D. McDonald	49
Etudes sur la resistance aux pathogenes foliaires	D.J. Nevill	51
Aspects internationaux de la recherche sur les virus de l'arachide	D.V.R. Reddy	53
Recherches realisees a l'ICRISAT sur les virus de l'arachide	A.M. Ghanekar	55

Session 8 - Country Reports		57
Asia and Australia		
Australia	K.J. Middleton	58
Bangladesh	M.A. Hamid	59
Burma	U. Win Naing	60
Malaysia	Halim B. Hamat and Ramli B. Mohd. Noor	61
Thailand	Arwooth Na Lampang, Terd Charoenwatana, and Dumrong Tiyawalee	62
South America		
Argentina	Jose R. Pietrarelli	63
Brazil	A.S. Pompeu	64
Venezuela	Bruno Mazzani	65
Africa		
Malawi	P.K. Sibale and C.T. Kisyombe	66
Mali	D. Soumano	67
Mozambique	A.D. Malithano	68
Niger	A. Mounkaila	69
Nigeria	S.M. Misari, C. Harkness, and A.M. Fowler	70
Senegal	J. Gautreau and O. De Pins	72
Sudan	H.M. Ishag, M.A. Ali, and A.B. Ahmadi	74
Tanzania	A. Bolton	75
Zimbabwe	G.L. Hildebrand	76
Appendix I - Poster Session Papers		79
Appendix II - Participants		85

Asie et Australie

Australie	K.J. Middleton	58
Bangladesh	M.A. Hamid	59
Birmanie	U. Win Naing	60
Malaisie	Halim B. Hamat et Ramli B. Mohd. Noor	61
Thaïlande	Arwooth Na Lampang, Terd Charoenwatana, et Dumrong Tiyawalee	62

Amérique de Sud

Argentine	Jose R. Pietrarello	63
Bresil	A.S. Pompeu	64
Venezuela	Bruno Mazzani	65

Afrique

Malawi	P.K. Sibale et C.T. Kizyombe	66
Mali	D. Soumano	67
Mozambique	A.D. Malithano	68
Niger	A. Mounkaila	69
Nigeria	S.M. Misari, C. Harkness, et A.M. Fowler	71
Senegal	J. Gautreau et O. de Pins	73
Soudan	H.M. Ishag, M.A. All, et A.B. Ahmadi	74
Tanzanie	A. Bolton	75
Zimbabwe	G.L. Hildebrand	77

Appendice I - Communications hors session	79
---	----

Appendice II - Participants	85
-----------------------------	----

Opening Session

Session d'ouverture

The ICRISAT Groundnut Program

R.W. Gibbons

Yields in the semi-arid tropics (SAT) are low and the major yield-limiting constraints are pests, diseases, and the unreliable rainfall patterns. As the SAT farmer often cannot afford costly inputs to overcome these constraints, the ICRISAT program is concentrating on breeding for resistance to the major yield-reducing factors. The program was initiated in 1976 following a consultants' report which recommended an international approach to groundnut improvement. The program has six subprograms covering the disciplines of plant breeding, cytogenetics, pathology, entomology, microbiology, and physiology. The germplasm program is now part of the Genetic Resources Unit.

It is the intention of the program to provide early and late generation breeding material to cooperators, rather than finished pure line cultivars. Priority is being given to the production of cultivars resistant to leaf spots, rust, *Aspergillus flavus*, some of the more important virus diseases and widely distributed insect pests such as aphids, jassids, thrips, and termites. Sources of earliness are being used to breed high yielding, early maturing lines to fit into various cropping patterns, particularly the rice-based systems of S.E. Asia. High-yielding material is being generated for areas where pests and diseases are not a problem and for inclusion as parents in the disease resistance programs. Attempts are being made to manipulate both the *Rhizobium* and the host plant to increase biological nitrogen fixation and hence groundnut yields. The wild *Arachis* species are also being exploited for sources of useful genes, particularly pest and disease resistance, to improve the cultivated groundnut.

The program has already developed strong links with many institutions both in the developing and developed world which are concerned with groundnut research and development.

Le programme de l'ICRISAT sur l'arachide

R.W. Gibbons

Les rendements dans les zones tropicales semi-arides sont bas et les principales contraintes limitant les rendements sont les parasites, les maladies et l'irrégularité des régimes de pluies. Comme la plupart des exploitants des zones tropicales semi-arides ne peuvent pas dépenser des sommes importantes pour surmonter ces contraintes, le programme de l'ICRISAT se concentre sur la sélection pour la résistance aux principaux facteurs qui réduisent les rendements. Le programme a été lancé en 1976 conformément à un rapport d'experts qui recommandait l'adoption d'une méthode d'approche internationale en vue d'améliorer l'arachide. Ce programme comprend six sous-programmes couvrant les disciplines de sélection des plantes, de cytogenétique, de pathologie, d'entomologie, de microbiologie et de physiologie. Le programme des ressources génétiques a été intégré au nouveau Service de ressources génétiques.

Il figure parmi les objectifs du programme de fournir aux coopérants un matériel de sélection hâtif et tardif, plutôt que de mettre au point des cultivars de lignée pure. La priorité est donnée à la production de cultivars résistants aux taches des feuilles, à la rouille, à l'*Aspergillus flavus*, à quelques-unes des maladies virales les plus importantes et aux insectes parasites les plus largement répandus tels les pucerons, les jassides, les thrips et les termites. Des sources de précocité sont utilisées pour sélectionner des lignées à maturation précoce et à haut rendement pouvant s'adapter aux différents modes de culture, en particulier aux systèmes basés sur le riz de l'Asie du sud-est. Un matériel à haut rendement est mis au point pour des régions où les parasites et les maladies ne constituent pas un problème grave, et pour leur inclusion comme parents dans des programmes de résistance aux maladies. Des tentatives sont faites de manipuler tant le *Rhizobium* que la plante hôte pour accroître la fixation biologique d'azote et améliorer les rendements d'arachides. Les espèces à croissance spontanée d'*Arachis* sont également exploitées comme sources de gènes utiles, en particulier pour leur résistance aux parasites et aux maladies, en vue d'améliorer l'arachide cultivée.

Le programme a déjà donné naissance à des liens très forts avec un grand nombre d'institutions intéressées à la recherche et à l'amélioration de l'arachide, tant dans les pays avancés que dans les pays moins avancés.

Session 2

Research Organization and Development

Organisation et evolution de la recherche

Indian Coordinated Research Project on Oilseeds with Special Reference to Groundnut

Vikram Singh

The All India Coordinated Research Project on Oilseeds (AICORPO), which was established in 1967, was raised to the status of Directorate of Oilseeds Research (DOR) in mid-1977 in order to enlarge its scope and activities. However, research on many crops, including oilseeds, commenced as early as 1870.

The specific objectives of the groundnut program are to develop high-yielding cultivars with resistance to the major pests and diseases, development of production technology under both rainfed and irrigated conditions, development of simple and economic plant protection methods with emphasis on integrated control, demonstration of proven research results, the identification of stable sources of resistance to the major constraints limiting yield and production of breeder's seed.

There are 62 oilseeds research stations in the country and close relationships have been developed with other oilseed research and development institutions. A national four-tier cultivar evaluation system is in operation. Major achievements have been made in the production of superior new cultivars, developing a package of improved agronomic practices and plant protection strategies for several pests and diseases. Improvements have been made in the hybridization success rates and there is an increasing interchange of breeding material between centers.

The research infrastructure is being strengthened and the recent formation of the ICRISAT groundnut program and the National Research Centre for Groundnut at Junagadh, Gujarat, will help in this respect. There is a need for reorganization and reallocation of priorities, and strategies with this aim are being planned.

Projet indien de recherche coordonnee sur les oleagineux, portant plus particulierement sur l'arachide

Vikram Singh

Le Projet indien de recherche coordonnee sur les oleagineux (All India Co-ordinated Research Project on Oilseeds - AICORPO), lance en 1976, a pris le titre au milieu de l'annee 1977 de "Directorate of Oilseeds Research - DOR", afin d'elargir sa portee et l'etendue de ses activites. Cependant, la recherche sur de nombreuses cultures, notamment sur les oleagineux, avait commencee des 1870.

Les objectifs precis du programme sur l'arachide sont de mettre au point des cultivars a haut rendement resistants aux principaux parasites et maladies, de mettre en place une technologie de production sous des conditions d'irrigation et de pluie, de developper des methodes simples et economiques de protection des plantes en s'attachant plus particulierement a la lutte integree, de s'assurer de la justesse des resultats des recherches et d'identifier des sources stables de resistance aux principales contraintes limitant le rendement et la production de semences selectionnees.

Il existe 62 stations de recherche sur les oleagineux dans le pays, et d'etroites relations ont ete tissees avec les autres institutions de recherche et de developpement sur les oleagineux. Un systeme national d'evaluation a quatre niveaux est entre en fonctionnement. Des realisations importantes ont ete faites dans la production de cultivars nouveaux et superieurs, en mettant au point une serie de systemes agronomiques et de strategies de protection de plantes contre plusieurs parasites et maladies. Des ameliorations ont ete apportees dans les taux de selection par croisement, et l'echange de materiel de selection entre les centres se developpe.

L'infrastructure de la recherche est en train d'etre renforcee, et la recente creation du programme d'arachide de l'ICRISAT et du Centre national de recherche sur l'arachide de Junagadh, au Gujarat, faciliteront ce processus. Il est maintenant necessaire de proceder a une reorganisation et a une redistribution des priorites. Diverses strategies sont planifiees dans ce but.

The Role and Function of the IRHO in Groundnut Research and Development

P. Gillier

The Institute for Oils and Oilseeds Research (IRHO) is a private nonprofit organization sponsored by the French Government and incorporated into GERDAT (Study and Research Group for the Development of Tropical Agronomy). The head office is in Paris and the scientific department and laboratories are at Montpellier. IRHO deals with the oil palm, coconut, and annual oilseed crops and these activities have been extended to 30 countries for over 30 years. The organization has 85 scientists covering many scientific disciplines. In 1980 the budget was US\$ 16.5 million, although groundnuts and annual oil crops represent only 20% of the activities of IRHO. Over the years IRHO has become an international association and gives developing countries specialized aid in defining, setting up, and operating research programs, development projects or processing installations for tropical oil crops.

As part of the collaborative research on groundnuts, success has been achieved in the development of drought-resistant cultivars in Benin and Senegal, mineral nutrition recommendations in more than 10 countries, production of small-scale farm implements and processing machinery for edible groundnuts. Major contributions have been made in the field of plant breeding including the production of cultivars resistant to drought, rosette virus, *Aspergillus flavus*, and cultivars with good quality, productivity, and high oil content. Control methods for insect pests and plant pathogens have also been developed and extended. Much emphasis has been placed on the extension of research results to the farmer and advice on the restructuring of groundnut industries in Africa.

Le role et les fonctions de l'IRHO dans la recherche et le developpement concernant l'arachide

P. Gillier

L'Institut de Recherche pour les Huiles et Oleagineux (IRHO) est une organisation privee a caractere non lucratif placee sous l'egide du Gouvernement frangais dans le cadre du GERDAT (Groupement d'Etudes et de Recherches pour le Developpement de l'Agronomie Tropicale). Le siege de l'IRHO se trouve a Paris, tandis que son service scientifique et ses laboratoires sont a Montpellier. L'IRHO effectue des recherches sur les palmiers a huile, les noix de coco et les plantes oleagineuses annuelles, ses activites couvrant 30 pays depuis pres de 30 ans. L'Organisation emploie 85 chercheurs de nombreuses disciplines scientifiques. En 1980, son budget etait de US\$ 16,5 millions, bien que l'arachide et les cultures oleagineuses annuelles ne representent que 20% des activites de l'IRHO. Au fil des annees, l'IRHO est devenue une association internationale, qui apporte aux pays les moins avances une aide particuliere en ce qu'il definit, concoit et met en oeuvre des programmes de recherche, des projets de developpement ou des installations de traitement pour les cultures oleagineuses tropicales.

Dans le cadre de la recherche cooperative sur l'arachide, des succes ont ete obtenus au Benin et au Senegal en ce qui concerne la mise au point de cultivars resistants a la sechesse, l'elaboration de recommandations sur la nutrition minerale dans plus de 10 pays et la production d'un outillage et de machines de traitement pour les arachides de bouche. Des contributions essentielles ont ete egalement apportees dans le domaine de la selection de plantes, notamment la production de cultivars resistants a la secheresse, au virus de la rosette et a l'*Aspergillus flavus*, ainsi que des cultivars de bonne qualite, a haute productivite et a haute teneur en huile. Des methodes de lutte contre les insectes parasites et les pathogenes des plantes ont egalement ete mises au point et developpees. La necessite d'informer les exploitants sur les resultats des recherches et de donner des conseils sur la restructuration des industries de l'arachide en Afrique ont fait l'objet d'une attention particuliere.

Peanut Collaborative Research Support Program Planning

C.R. Jackson and D.G. Cummins

The Peanut Collaborative Research Support Program Planning (CRSPP) effort is a part of a new USAID research program to aid research on a global basis. A planning grant was awarded in August 1980 to the University of Georgia, under the provisions of the Title XII program of the U.S. Board for International Food and Agricultural Development (BIFAD). The CRSP concept is an arrangement which facilitates long-term collaborative research among U.S. Universities, the U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Commerce, International Agricultural Research Centers, other research institutions, and developing country research institutions. Funds and benefits flow primarily to the developing countries and the research is done in the developing countries themselves to the maximum extent possible.

During the planning phase we will contact as many interested individuals as possible and determine worldwide constraints to peanut production and utilization. In the summer of 1981, preproposals will be solicited from U.S. Universities and other institutions to determine interest in collaborative research programs. A selection process with the aid of a Technical Panel will later result in full research proposals, establishment of U.S. and developing country institutional linkages, and final project development. During the planning phase, which concludes on 31 January 1982, a newsletter will be published periodically. Further details can be obtained from the authors.

Planification d'un programme de soutien de la recherche collaborative sur l'arachide

C.R. Jackson et D.G. Cummins

L'effort de planification d'un programme de soutien de la recherche collaborative sur l'arachide (Peanut Collaborative Research Support Program Planning - CRSP) est un element du nouveau programme de recherche de VUSAID visant a appuyer la recherche sur une base globale. Une allocation de planification a ete accordee en aout 1980 a l'Universite de Georgie, conformement aux dispositions du titre XII du programme du Conseil americain pour le developpement international de l'alimentation et de l'agriculture (US Board for International Food and Agricultural Development - BIFAD). Le concept du CRSP est de faciliter la recherche collaborative a long terme entre les universites americaines, le Departement de l'Agriculture et le Departement du Commerce des Etats-Unis, des centres de recherche agricole internationaux ainsi que d'autres institutions de recherche, et des institutions de recherche dans les pays moins avances. Les fonds et les benefices sont essentiellement destines aux pays les moins avances, et, dans la mesure du possible, la recherche est effectuee dans ces pays.

Tout au long de la phase de planification, nous entrerons en contact avec le plus grand nombre possible de particuliers susceptibles d'etre interesses, et determinerons les contraintes, a l'echelle mondiale, a la production et a l'utilisation des arachides. Pendant l'ete 1981, il sera demande aux universites americaines et aux autres institutions de fournir des avant-projets afin de determiner l'importance de l'interet porte aux programmes de recherche collaborative. Un processus de selection devrait, avec l'aide d'une equipe technique, entrainer la presentation de propositions en matiere de recherche, l'etablissement de liens institutionnels entre les Etats-Unis et les pays moins avances, et l'elaboration du projet final. Au cours de la phase de planification, qui se termine le 31 Janvier 1982, une lettre d'information sera publiee periodiquement. Plus de details peuvent etre obtenus aupres des auteurs.

Research and Extension Inputs Resulting in High Yields of Groundnuts in the USA

Ray O. Hammons

Groundnuts rank ninth in area among the USA row crops and second in dollar value per hectare. In 1979 the harvested crop area was 617 400 ha, at an average yield of 2950 kg/ha. Most of the production is confined to seven states - two on the mid-Atlantic coast, three in the Southeast, and two in the Southwest. Georgia is the leading producer and grew 213 450 ha in 1979 at an average yield of 3576 kg/ha. This efficiency is due to technology developed by research and effectively transferred to the farmer by the extension services over the last 25-30 years. Before this, production methods were labor-intensive and yields averaged under 900 kg/ha. Many farmers grew established landrace cultivars with low yield potential.

In Georgia the major developments which have contributed to the high yields include the development of machinery in the late 1940's and early 1950's such as the shaker-windrower, the mobile combine, and then artificial driers. The practice of deep plowing followed by shallow, nondirting cultivation helped in non-chemical disease control of *Sclerotium rolfsii*. In 1959 the use of herbicide mixtures, applied at the ground cracking stage of seedling emergence, also contributed largely to yield gains as did the engineering innovations in precision land preparation. The appointment of a specialist extension team and the annual meetings of peanut scientists have all helped to coordinate research and get recommended practices to the farmers. Peanut growers also support groundnut research and provide research fellowships.

Other recent research recommendations which have helped to provide a package of recommended practices to the farmer include effective seed dressings, an increase in the area under irrigation, more suitable varieties developed by breeding, insect pest management, broadleaf weed control, and organic fungicides.

Amelioration dans la recherche et la vulgarisation aux Etats-Unis ayant entraine' de hauts rendements en arachides

Ray O. Hammons

L'arachide occupe la neuvieme place en superficie parmi l'ensemble des cultures recoltees aux Etats-Unis, et la seconde en nombre de dollars par hectare. En 1979, la superficie cultivee etait de 617 400 ha et le rendement moyen de 2 950 kg/ha. La plus grande partie de la production est confinee dans sept Etats: deux au milieu de la C6te Atlantique, trois dans le sud-est et deux dans le sud-ouest. En Georgie, principal etat producteur, la superficie cultivee etait de 213 450 ha en 1979 et le rendement moyen de 3 576 kg/ha. Ces resultats sont dus aux techniques mises au point par la recherche scientifique au cours des dernieres 25 a 30 annees et transferees de maniere efficace a l'exploitant par l'intermediaire des services de vulgarisation. Auparavant, les methodes de production exigeaient l'emploi d'une importante main-d'oeuvre, et les rendements se situaient en moyenne en-dessous de 900 kg/ha. Un grand nombre d'exploitants cultivent des cultivars de souches locales ayant un potentiel de rendement assez bas.

En Georgie, les plus grands progres qui ont contribue a l'obtention de hauts rendements sont dus a la mise au point de machines agricoles a la fin des annees 1940 et au debut des annees 1950, telles l'andaineuse-secoueuse, la batteuse mobile et le sechoir artificiel. La pratique du labour profond suivi du labour superficiel, et celle de la culture "non-salissante", ont facilite la lutte non-chimique contre la maladie du *Sclerotium rolfsii*. En 1959, l'utilisation de melanges d'herbicides, appliques au stade de craquement du sol et d'emergence de la plante de semis, a egalement beaucoup contribue a augmenter le rendement, ainsi que l'ont fait les innovations de l'ingenierie en matiere de precision dans la preparation du sol. La constitution d'une equipe de specialistes de la vulgarisation et l'organisation de reunions annuelles de chercheurs en arachide ont egalement favorise la coordination de la recherche et la mise au point de recommandations de pratiques destinees aux exploitants. Les producteurs d'arachides ont egalement apporte leur aide a la recherche et fourni du personnel de recherche.

D'autres recommandations sur la recherche, formulees plus recemment et visant a informer le producteur sur un ensemble de pratiques utiles, sont les suivantes: traitement de semences, augmentation de la superficie irriguee, mise au point par selection de varietes mieux adaptees, lutte contre les insectes ravageurs et contre les mauvaises herbes a feuilles larges et utilisation de fongicides organiques.

Session 3

Genetics and Breeding

Genetique et selection

Groundnut Genetic Resources at ICRISAT

V.R. Rao

Arachis genetic resources include all the wild species and cultivars under production. The genetic diversity in the cultivated groundnut has been eroded by the release of new cultivars, and old landraces are disappearing. Much valuable wild species material remains to be collected in South America, but development by man threatens the survival of this valuable germplasm.

The objectives of the program are to collect, maintain, and evaluate *Arachis* genetic resources and to document and distribute seed material and information. Priority was initially given to transfer known collections in India to ICRISAT and about 5000 accessions have been obtained in this manner to date. A further 3000 accessions have been obtained from overseas institutions. We have also undertaken collecting expeditions within India and abroad. Priority areas for future collections have been decided in conjunction with the International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR).

The importation of exotic groundnut material is subject to strict quarantine regulations laid down by the Government of India to prevent the entry of new pests and diseases. Similarly the export of seed materials is also closely monitored and examined by the Indian quarantine authorities. The material is exported with a government phytosanitary certificate.

Until the long-term cold storage facilities are completed, about one-third of the material is grown out every year. The main growing out period is the post-rainy season when pests and diseases are less prevalent. Various types of collections are maintained, e.g., the accessions collection, the working collection, named cultivar collection, etc. A multidisciplinary approach is used to evaluate the material for useful characters, particularly for sources of pest and disease resistance. A common descriptive language is being developed in conjunction with IBPGR. Approximately 14 000 germplasm lines have been distributed to scientists in India and abroad since the program commenced in 1976.

Ressources genetiques d'arachide a l'ICRISAT

V.R. Rao

Les ressources genetiques de l'*Arachis* comprennent toutes les especes a croissance spontanee et les cultivars sous protection. La diversite genetique de l'arachide cultivee a ete erodee par le lancement de nouveaux cultivars, et les vieilles races locales sont en voie de disparition. Un materiel beaucoup plus valable d'especes sauvages devra etre collecte en Amerique du Sud, mais le developpement menace la survie de ces precieuses ressources genetiques.

Les objectifs du programme sont de collecter, de maintenir et d'evaluer les ressources genetiques *d'Arachis*, d'obtenir une documentation et de distribuer des materiels de semences ainsi que des informations. La priorite avait ete donnee au depart au transfert a l'ICRISAT de collections connues en Inde. De cette maniere, environ 5000 accessions ont ete obtenues. Par la suite, 3000 autres accessions ont ete collectees aupres de diverses institutions etrangeres. Nous avons egalement entrepris d'organiser des expeditions de collecte en Inde et a l'exterieur du pays. Les domaines prioritaires pour les futures collections ont ete decides de concert avec le Conseil international sur les ressources genetiques des plantes (International Board for Plant Genetic Resources - IBP6R).

L'importation d'un materiel d'arachide etranger est sujet a de strictes regies de quarantaine imposees par le Gouvernement de l'Inde en vue d'empecher l'entree de nouveaux parasites et maladies. De meme, l'exportation de materiels de semences est tres controlee et examinee par les services de quarantaine du Gouvernement indien. Le materiel, pour etre exporte, doit etre accompagne d'un certificat phytosanitaire.

Jusqu'a ce que soient termines de construire les equipements de stockage a long terme en chambre froide, environ un tiers du materiel continuera d'etre cultive a l'exterieur chaque annee. La meilleure saison de culture a l'exterieur est la periode suivant la saison des pluies, lorsque les parasites et les maladies risquent le moins d'affecter les plantes. Differents types de collections sont maintenues, telles la collection des accessions, la collection de travail, appelee collection de cultivars, etc. On fait appel a une methode d'approche multi-disciplinaire pour evaluer le materiel pour ses caracteres utiles, en particulier pour les sources de resistance aux parasites et aux maladies. Un langage descriptif commun est mis au point, de concert avec l'IBPGR. Environ 14 000 lignees de ressources genetiques ont ete diffusees aupres des chercheurs en Inde et a l'etranger depuis le lancement du programme en 1976.

Breeding Methodology for Groundnuts

A.J. Norden

The modern breeder is dependent to a large degree on the cooperation and contribution of researchers in many other disciplines. Only limited information is available regarding the breeding behavior of groundnuts, the nature of inheritance and the physiological implications of important characteristics. In groundnuts, the end product is utilized primarily for human consumption and, therefore, processing and end-use quality are important. This can result in high-yielding lines not being grown when the consumers and processors are not satisfied, for example, by flavor and keeping quality.

Genetic variability is a prerequisite to cultivar improvement and there is a considerable amount of variability in the cultivated species, especially in morphological and chemical characterization. More resistance to certain diseases, nematodes, toxin-producing molds, and to drought is required. A better understanding of the cytogenetics of *Arachis* species is needed before procedures can be devised to transfer desirable traits to the cultivated species.

Groundnut breeding methods are similar to those used for other self-pollinating crops, e.g., introduction and selection, hybridization, or recombination. Today direct introduction and line selection is generally considered inadequate to fulfill the objectives of many current breeding programs. Generally the better and more adapted parents give better segregates, and at least one of the parents in a hybridization program should be a reasonably good performer in the production area. Although bulk or pedigree methods are commonly used in groundnut improvement programs, the pressure to produce pest-resistant cultivars has led to the modification of classical breeding systems. In the successful Florida breeding program, lines are composited in early generations to avoid depletion of genetic versatility, although further widening of the genetic base may require modification in seed-certification standards in the USA.

Methodologie de selection des arachides

A.J. Norden

Le selectionneur moderne depend, dans une large mesure, de la cooperation et de la contribution des chercheurs d'un grand nombre d'autres disciplines. Les informations concernant le comportement de selection des arachides, la nature du patrimoine hereditaire et les implications physiologiques des caracteres importants, sont tres limitees. Le "produit fini" de l'arachide est essentiellement destine a la consommation humaine, et il est donc tres important de rechercher et d'obtenir un bon niveau de qualite. Si les consommateurs et les entreprises de transformation ne sont pas satisfaits, par exemple par le gout ou par la qualite de conservation, les lignees a haut rendement peuvent cesser d'etre cultivees.

La variabilite genetique est une condition prealable a l'amelioration de cultivars, et l'on observe une importante variabilite dans les especes cultivees, en particulier en matiere de caracterisation morphologique et chimique. Il est necessaire d'obtenir une resistance plus grande a certains nematodes, maladies, ou moisissures productrices de toxines, ainsi qu'a la secheresse. Il est egalement important d'acquies une meilleure comprehension de la cytogenetique des especes *d'Arachis* avant d'appliquer des procedures visant a transferer les caracteres souhaitables aux especes cultivees.

Les methodes de selection de l'arachide sont similaires a celles utilisees pour d'autres cultures auto-fecondables, c'est-a-dire: introduction et selection, hybridisation ou recombinaison. Aujourd'hui, l'introduction directe et la selection de lignees sont generalement considerees comme inaptes a satisfaire les objectifs d'un grand nombre de programmes de selection en cours. En general, les parents les meilleurs et les mieux adaptes donnent de meilleures especes separees; et au moins un parent, dans un programme de selection par croisement, doit avoir des performances raisonnablement bonnes dans le domaine de la production. Bien que la methode bulk ou la methode de selection genealogique soient habituellement utilisees dans les programmes d'amelioration de l'arachide, des pressions en faveur de la production de cultivars resistants aux parasites ont conduit a la modification des systemes de selection classiques. Dans le programme fructueux de selection applique en Floride, les lignees sont composees en generations hatives en vue d'eviter l'appauvrissement de la versatilite genetique bien qu'un elargissement ulterieur de la base genetique puisse exiger une modification dans les normes de certification imposees aux Etats-Unis.

Groundnut Breeding at ICRISAT

S.N. Nigam, S.L. Dwivedi, and R.W. Gibbons

The main emphasis of the program is to produce high-yielding lines, or populations, with resistance to the main factors presently limiting production. Groundnut growing environments vary greatly, and so do the uses to which the crop is put. Therefore we are concentrating on producing early generation and advanced breeding material for cooperators in different countries of the SAT for selection in situ.

Emasculation and pollination processes are basically the same as those used in Florida. At Hyderabad, however, emasculations can be carried out as early as 1330 hrs, and the most successful time for pollinations is at 0600 hrs. To generate sufficient breeding material for an international program, large numbers of crosses are made in the field as well as in screenhouses. Presently some 60 000 pollinations can be made per year. Two full crop cycles are completed each year and breeding populations are tested under both high and low input conditions.

At present we are concentrating on breeding for resistance to rust, leaf spots, *Aspergillus flavus*, thrips, and jassids. Sources of resistance to these pests and diseases have been obtained from abroad, or from our own germplasm collections. Breeding for early maturity is also under way using Spanish (cvs Chico, 91176, 91776) and Virginia (cv Robut 33-1) parents. High-yielding base material is being generated to use as parents in disease-resistance breeding programs and for areas where diseases and pests are not normally limiting factors. So far 2792 breeding lines have been supplied to cooperators in 14 countries and the volume of material disseminated is expected to increase rapidly in the near future.

Selection d'arachides a l'ICRISAT

S.N. Nigam, S.L. Dwivedi et R.W. Gibbons

Le principal objectif du projet est de produire des lignees ou des populations a haut rendement et resistantes aux principaux facteurs qui limitent actuellement la production. Les environnements dans lesquels pousse l'arachide varient grandement, de meme que les traitements auxquels elle est soumise. Nous concentrons donc notre attention a la production de materiel de generation hatif et hautement selectionne pour que les cooperateurs des differents pays des zones tropicales semi-arides puissent faire une selection sur place.

Les processus de castration et de pollinisation sont essentiellement les memes que ceux utilises en Floride. Cependant, a Hyderabad, les castrations peuvent etre effectuees des 1330 heures, tandis que le meilleur temps pour les pollinisations est 0600 heures. Un grand nombre de croisements sont effectues, tant dans les champs qu'en serre, en vue d'engendrer un materiel de selection suffisant pour un programme international. A l'heure actuelle, quelque 6000 pollinisations peuvent etre faites chaque annee. Deux cycles complets de cultures sont acheves chaque annee, et les populations de selection sont testees sous des conditions d'intrants faibles ou importants.

A l'heure actuelle, nous concentrons nos efforts sur la selection pour la resistance a la rouille, aux taches des feuilles, a l'*Aspergillus flavus*, aux thrips et aux jassides. Les sources de resistance a ces parasites et maladies ont ete obtenues soit de l'exterieur, soit de nos propres collections de ressources genetiques. La selection pour la maturation precoce est egalement en cours et fait appel aux parents Spanish (cvs Chico, 91176, 91776) et Virginia (cv Robut 33-1). Un materiel de base a haut rendement a ete mis au point pour etre utilise en tant que parent dans les programmes de selection pour la resistance aux maladies, et dans des regions ou les maladies et parasites ne sont normalement pas des facteurs limitants. Jusqu'a present, 2792 lignees de selection ont ete fournies aux cooperants dans 14 pays et le volume du materiel diffuse devrait augmenter rapidement dans un proche avenir.

Session 4

Cytogenetics and Utilization of Wild Species

Cytogenetique et utilisation des especes a croissance spontanee

Cytogenetic Investigations in the Genus *Arachis*

H.T. Stalker

The genus *Arachis* is a New World taxon with 22 described species and 50-80 other taxa. These have been grouped into seven sections.

A.hypogaea and *A.monticola* are tetraploids, $2n=40$; all other species in section *Arachis* are diploids. Some members of section *Rhizomatosae* are tetraploid, all other wild species are diploid, $2n=20$. Spontaneous or induced aneuploidy has been reported in *A.hypogaea*, and after interspecific hybridization.

Chromosomes of *A.hypogaea* are small, but a smaller pair of "A" chromosomes has been reported. *A.batizocoi* does not have "A" chromosomes, but has a pair with secondary constriction. *A.oardenasii* has "A" chromosomes and two pairs with secondary constrictions.

All diploids form 10 bivalents at meiosis. Tetraploids in section *Arachis* usually form 20 bivalents; in section *Rhizomatosae* tetraploids have 1 to 4 quadrivalents.

Interspecific hybrids between *A.hypogaea* and diploids of section *Arachis* form 0.95 to 3.40 trivalents and are sterile. Derived hexaploids are fertile but differ in stability. Diploid interspecific hybrids have normal 10 bivalent meiosis except when *A.hatizocoi* is a parent. Analysis of amphidiploids and triploid hybrids indicates one of the two *A.hypogaea* genomes occurs in many diploid species in section *Arachis*.

Intersectional hybrids are difficult to produce but there is evidence for intersectional chromosome pairing.

Recherches cytogenetiques sur le genre *Arachis*

H.T. Stalker

Le genre *Arachis* est un taxum du nouveau monde comportant 22 especes decrites et 50 a 80 autres taxa. Celles-ci ont ete regroupees en sept sections:

A. hypogaea et *A. monticola* sont des tetraploTdes $2n=40$, tandis que toutes les autres especes du groupe *Arachis* sont des diploTdes. Quelques membres de la section *Rhizomatosae* sont des tetraploTdes, alors que toutes les autres especes a croissance spontanee sont des diploTdes, $2n=20$. Une aneuploTdie spontanee ou provoquee a ete constatee chez *A. hypogaea*, apres une selection par croisement interspecificue.

Les chromosomes de *A. hypogaea* sont petits, mais on a observe une paire de chromosomes "A" encore plus petite. *A. batizocoi* n'a pas de chromosomes "A", mais une paire avec une constriction secondaire. *A. cavdenasii* a des chromosomes "A" et deux paires avec des constrictions secondaires.

Tous les diploTdes forment 10 bivalents a meiose. Les tetraploTdes de la section *Arachis* forment habituellement 20 bivalents, tandis que les tetraploTdes de la section *Rhizomatosae* ont de un a quatre quadrivalents.

Les hybrides interspecificues situes entre *A. hypogaea* et les diploTdes de la section *Arachis* forment de 0,95 a 3,40 trivalents, et sont steriles. Les hexaploides derives sont fertiles, mais different en stabilite. Les hybrides diploTdes interspecificues ont 10 meioses normales bivalents, sauf lorsque *A. batizocoi* est un parent. L'analyse des hybrides amphidiploides et trispecificues montre que l'un des deux genomes *A. hypogaea* apparatt dans un grand nombre d'especes diploTdes de la section *Arachis*.

Les hybrides d'intersection sont difficiles a produire, mais une evidence de conjugaison de chromosomes d'intersection est apparue.

Utilization of Wild *Arachis* Species at ICRISAT

A.K. Singh, D.C. Sastri, and J.P. Moss

The paper reports the progress made in utilization of wild species for genetic improvement of *A.hypogaea* at ICRISAT. It deals with three aspects: the cytogenetic analysis of wild species, breeding with, compatible species, and breeding with incompatible species.

Karyotypic analysis in diploid species ($2n=20$) of section *Arachis* and Mahalanobis D2 and canonical analysis of arm ratio of the ten pairs of chromosomes showed two distinct clusters of species. *A.batizocoi* is the only species in one cluster, while the second which can be further subdivided contains the other eight taxa. This grouping was confirmed by cross compatibility studies, and the chromosome association and pollen fertility of hybrids.

The different routes, triploid, autotetraploid and amphiploid used for combining the genomes of compatible wild species of the section *Arachis* with *A.hypogaea* have been discussed. *A.cardenasii*, *A.chacoense*, and *A.* species 338280 have been used to transfer their leaf spot resistance to *A.hypogaea* by the triploid route. Fertile, disease resistant hexaploids were selected and backcrossed. Hexaploid progenies were also obtained spontaneously from triploids. Autotetraploids and amphiploids have been produced and some progenies have been obtained after crossing these with *A.hypogaea*.

Pollen tube growth was retarded when *A.hypogaea* and *A.monticola* were pollinated with a *Rhizomatosae* species but a small frequency of pollinations induced peg initiation. Some plant hormones were found to increase the percentage of pegs in incompatible pollinations. Plants have been raised from rare mature pods, and embryos from immature pods have been cultured and plants obtained in vitro.

Utilisation des especes d'*Arachis* a croissance spontanee a l'ICRISAT

A.K. Singh, D.C. Sastri et J.P. Moss

Ce rapport presente les progres realises a l'ICRISAT dans l'utilisation des especes sauvages pour l'amelioration genetique de *A. hypogaea*. Il traite de trois aspects, l'analyse cytogenetique d'especes a croissance spontanee, la selection avec des especes compatibles et la selection avec des especes incompatibles.

Une analyse des chromosomes des especes diploides ($2n=20$) de la section *Arachis*, ainsi qu'une analyse cononique et de Mahalanobis D^2 du rapport des branches des dix paires de chromosomes, ont mis en evidence deux differents groupes d'especes. *A. batizocoi* est la seule espece dans un groupe, tandis que la seconde peut etre subdivisee afin de pouvoir englober les huit autres taxa. L'existence de ce groupe a ete confirmee par des etudes sur la compatibilite des croisements, l'association des chromosomes et la fertilité pollinique des hybrides.

Les differents moyens - triploide, autotetraploide et amphiploide - utilises pour assembler les genomes d'especes a croissance spontanee de la section *Arachis* compatibles avec *A. hypogaea* ont ete examines. Les especes *A. cardenasii*, *A. chacoense* et *A. 338280* ont ete utilisees pour transferer leur resistance a la tache des feuilles a *A. hypogaea* par le moyen diploide. Des hexaploides fertiles et resistants aux maladies, ont ete selectionnes et croises. Des descendants hexaploides ont ete egalement obtenus spontanement a partir des triploides. Les autotetraploides et les amphiploides, ainsi que quelques descendants, ont ete produits apres croisement avec *A. hypogaea*.

La croissance du tube pollinique a ete retardee lorsque *A. hypogaea* et *A. monticola* ont ete pollinises avec une espece de *Rhizomatosae*, mais une petite frequence de pollinisations a provoque un debut de gynophore. Quelques hormones de plantes se sont revelees augmenter le pourcentage de gynophores dans des pollinisations incompatibles. Les plantes se sont developpees a partir de rares gousses mures, des embryons de gousses vertes ont ete cultives, et des plantes ont ete obtenues *in vitro*.

Session 5

Crop Nutrition and Agronomy

Nutrition et agronomie des cultures

Increasing Nitrogen Fixation of the Groundnut by Strain and Host Selection

J.C. Wynne, G.H. Elkan, and T.J. Schneeweis

The atmospheric nitrogen fixed by groundnuts can be increased dramatically by the selection and use of effective strains of *Rhizobium* if the groundnut plants are poorly nodulated or nodulated with ineffective strains. Because of a significant genotype x strain interaction, the host genotype must be considered in strain selection. Strains can be selected after they have shown broad adaptation in symbiosis with a number of diverse host genotypes, or they may be selected in symbiosis with the single host genotype to be grown.

Sufficient variability exists for selection of host genotypes with greater nodulation and greater nitrogen-fixing potential. Preliminary estimates of heritability for late-generation lines from a Virginia x Spanish cross suggest that selection should be effective for traits indicative of nitrogen fixation. However, since biological yield and economic yield appear to be correlated with nitrogen fixation, it may be possible to select for higher nitrogen fixation by selecting for biological yield and/or economic yield.

Augmentation de la capacite de fixation de l'azote par l'arachide grace a la selection de souches et d'hotes

J.C. Wynne, G.H. Elkan et T.J. Schneeweis

L'azote atmospherique fixe par l'arachide peut etre considerablement augmente par la selection et l'utilisation de souches efficaces de *Rhizobium* si les plantes d'arachide sont faiblement nodulees ou nodulees avec des souches inefficaces. En raison de l'importance de l'interaction genotype souche, le genotype hôte doit etre pris en consideration dans la selection des souches. Les souches peuvent etre selectionnees apres avoir fait preuve d'une bonne adaptation en symbiose avec un certain nombre de divers genotypes hôtes, ou peuvent etre selectionnees en symbiose avec le seul genotype hôte a cultiver.

Une variabilite suffisante existe pour la selection de genotypes hôtes avec une nodulation plus grande et un potentiel de fixation d'azote plus important. Les premieres estimations faites sur l'heritabilite des lignees a generation tardive a partir d'un croisement Virginia x Spanish laissent a penser que la selection devrait etre efficace pour des caracteres indicatifs de fixation d'azote. Cependant, puisque les rendements biologique et economique semblent etre lies a la fixation d'azote, il peut etre possible de selectionner pour une fixation d'azote plus importante, en meme temps que l'on selectionne pour le rendement biologique et/ou le rendement economique.

Studies on Nitrogen Fixation by Groundnut at ICRISAT

P.T.C. Nambiar and P.J. Dart

Surveys in South India indicated poor nodulation and nitrogen fixation in many farmers' fields. There is a large variability in nitrogen fixation between *Rhizobium* strains nodulating groundnut. In pot experiments, nodule formation and nitrogen fixation increased as the level of rhizobia supplied per seed in the inoculum increased to 10^7 . A granular inoculant produced significant increases in pod yield in field experiments in several seasons, when compared with uninoculated control plants.

There is a marked diurnal periodicity in nitrogenase activity of field-grown groundnut. Excess or insufficient soil moisture reduced nitrogenase activity, and activity was greater at an assay temperature of 25°, than at 30 and 35°. Shading plants to 60% ambient light intensity reduced nitrogenase activity within 2 hr by 30%. For the long-season runner cultivar kadiri 71-1 and the short duration erect-bunch cultivar Comet, there were large differences between the rainy season and irrigated postrainy season in nodule number and weight per plant, and nitrogenase activity. Although nodule number did not differ between cultivars, nitrogenase-activity differed a great deal. Cultivar Kadiri 71-1 and the dwarf mutant, bunch cultivar MH 2, had very different nodule weights and nitrogenase activity per plant during the season, but activity expressed on the basis of plant top dry weight was similar, indicating a close link between photosynthesis and N₂-fixation.

Nitrogenase activity of groundnut decreased when it was intercropped with maize or with sorghum. Nitrogenase activity increased when the intensity of shading by the sorghum was reduced by removing half the leaves. Groundnut when compare with maize had a large positive residual effect on growth and yield of millet grown as the subsequent crop, with an increase in yield of 650 kg/ha.

There were large varietal differences in nodulation and nitrogenase activity among germplasm lines, with an interaction between season and cultivar. Cultivars belonging to the botanical variety *hypogaea* consistently nodulated on the hypocotyl where cultivars from *fastigiata* and *vulgaris* formed **very** few nodules. Non-nodulating groundnuts were found in progenies of 13 crosses.

Etudes realisees a l'ICRISAT sur la fixation d'azote par l'arachide

P.T.C. Nambiar et P.J. Dart

Des etudes faites en Asie du sud ont montre que, dans un grand nombre de champs d'exploitations, la nodulation et la fixation d'azote etaient faibles. Il existe une grande variabilite dans la fixation d'azote entre les souches *Rhizobium* d'arachide pouvant noduler. Dans des experiences en pots, la formation de nodules et la fixation d'azote ont augmente lorsque le niveau de rhizobia fourni par les graines dans l'inoculum augmentait de 10'. Un inoculant granulaire a produit des augmentations sensibles dans le rendement en gousses lors des experiences faites sur champ pendant plusieurs saisons, par comparaison aux plantes de controle non inoculees.

On observe une periodicite diurne tres marquee dans l'activite en matiere d'azote de l'arachide cultivee sur champ. Une humidite du sol en exces ou insuffisante a reduit l'activite de l'azote, et cette activite a ete plus importante a une temperature d'essai de 25° qu'a 30° et 35°. Les plantes a l'ombre recevant 60° de l'intensite de la lumiere ambiante ont reduit leur activite d'azote de 30% en 2 heures. En ce qui concerne le cultivar stolon de longue saison Kadiri 71-1 et le cultivar erige buissonnant a courte duree Comet, de grandes differences sont apparues, entre la saison des pluies et la periode d'irrigation suivant la saison des pluies, dans le nombre de nodules et le poids par plante, ainsi que dans l'activite de l'azote. Bien que le nombre de nodules n'ait pas differe entre les cultivars, l'activite de N₂ a ete sensiblement differente. Le cultivar Kadiri 71-1 et le mutant nain - cultivar en botte MH 2 - ont eu des poids de nodules et une activite d'azote par plante tres differents lors de la saison, mais l'activite exprimee sur la basse du poids a sec de la tete des plantes a ete similaire, montrant ainsi un lien etroit entre la photosynthese et la fixation de N₂.

L'activite d'azote de l'arachide a diminue lorsque celle-ci a ete cultivee en association avec du maïs ou du sorgho. Elle a en revanche augmente lorsque l'intensite de l'ombre faite par le sorgho a diminue apres que la moitie des feuilles ait ete enlevee. L'arachide, alors comparee au maïs, a montre un effet residuel largement positif sur la croissance et le rendement du mil cultivé comme culture secondaire, le rendement ayant augmente de 650 kg/ha.

De grandes differences varietales dans la nodulation et dans l'activite d'azote se sont manifestees parmi les lignes des ressources genetiques, ainsi qu'une interaction entre la saison et le cultivar. Les cultivars appartenant a la variete botanique *hypogaea* ont sensiblement nodule sur l'hypocotyle lorsque les cultivars de *fastigiata* et *vulgaris* formaient tres peu de nodules. Des arachides ne donnant pas de nodules ont ete trouvees dans les descendants de 13 croisements.

Physiological Basis for Increased Yield Potential in Peanuts

D.E. McCloud, W.G. Duncan, R.L. McGraw,
P.K. Sibale, K.T. Ingram, J. Dreyer, and I.S. Campbell

To understand the processes controlling yield and the possibilities for yield improvement, a computer simulation model has been developed. The environmental inputs of temperature and radiation are used to calculate dry-matter production and length of developmental processes. Reproductive growth is calculated from information (based on growth analysis) on the partitioning between reproductive and vegetative growth (P.F.) and size of mature pods. This program can be used on an advanced programmable calculator.

Use of the model and growth analysis of a range of varieties with varying yield potential have indicated the method by which yield potential has been improved in the Florida Improvement Program. This improvement has been the result of increasing the P.F.,

Results of growth analysis of varieties used in Malawi indicates similar variations in P.F. between cvs Mani Pintar and RG-1 and the lower-yielding Chalimbana types.

In another experiment, decreases in pod growth rate increased yield by causing more pods to be initiated and provided the duration of pod growth was increased accordingly. The yield increase was possible because the P.F. remained constant for different pod growth rates.

Yield improvements should be achieved by selecting for:

- a) Rapid early growth
- b) Rapid pod setting
- c) Long pod filling phase
- d) Improved partitioning in favor of pod growth.

Bases physiologiques pour une augmentation potentielle du rendement de l'arachide

**D.E. McCloud, W.G. Duncan, R.L. McGraw,
P.K. Sibale, K.T. Ingram, J. Dreyer, et I.S. Campbell**

Pour comprendre les processus regissant le rendement et les possibilites d'amelio-
ration de celui-ci, on a mis au point un modele de simulation par ordinateur.
On a utilise les apports de temperature et de radiations de l'environnement pour
calculer la production de matiere seche et la longueur des processus de develop-
pement. La croissance reproductrice est calculee a partir des informations (basees
sur une analyse de la croissance) portant sur le rapport existant entre la crois-
sance reproductrice et vegetative (P.F.) et la taille des gousses mures. Ce pro-
gramme peut etre utilise sur une calculatrice programmable perfectionnee.

L'utilisation du modele et une analyse de croissance d'une serie de varietes
ayant un potentiel de rendement different, ont montre par quelle methode le poten-
tiel de rendement a ete ameliore dans le programme d'amelioration de Floride.
Cette amelioration est intervenue grace au fait que Ton a augmente la P.F.

Les resultats de Vanalyse de croissance effectuee au Malawi montrent des
variations similaires dans la P.F. entre cvs Mani Pintar et RG-1 et les types
de Chalimbana a plus bas rendement.

Dans une autre experience, la diminution du taux de croissance des gousses
a entraine une amelioration du rendement, car elle a fait augmenter le nombre
de gousses, ainsi que leur duree de croissance. Une augmentation du rendement
a ete possible parce que la P.F. est demeurée constante pour differents taux de
croissance des gousses.

Une amelioration du rendement devrait done intervenir si l'on fait des
selections pour obtenir:

- a) une croissance native rapide;
- b) une plantation rapide des gousses;
- c) une longue phase de remplissage de la gousse;
- d) une amelioration du rapport en faveur de la croissance de la gousse.

Groundnut in Intercropping Systems

M.S. Reddy, C.N. Floyd, and R.W. Willey

A brief review on intercropping of groundnut with the cereal intercrops (millet, maize, and sorghum) and also long-season annuals such as pigeonpea, cotton, castor, and cassava is presented. Growth and resource-use data are presented for the sole crops and an intercrop of 1 row pearl millet: 3 rows groundnut from a series of experiments conducted at ICRISAT Center under different environmental conditions. Studies on the identification of groundnut genotypes for intercropping have shown that the later-maturing, semi-spreading or runner types of groundnut have given the highest groundnut yields in intercropping, but this has not always resulted in improved yield benefits from the whole system. It is concluded that groundnut/cereal intercropping and also intercropping of groundnuts with long-season annual crops can give worthwhile yield advantages over sole cropping. The limited evidence presented here suggests that these advantages can be partly due to more efficient use of light, but further research is needed to determine the importance of this light factor when below-ground resources are limited.

L'arachide dans les systemes de culture intercalaire

M.S. Reddy, C.N. Floyd, et R.W. Willey

Ce rapport presente une breve analyse de la culture intercalaire d'arachide avec des cereales (mil, maïs et sorgho), *ou* des cereales annuelles a longue saison telles que le pois d'Angole, le coton, le ricin et le manioc. Des donnees sur la croissance et l'utilisation des ressources sont presentees pour les cultures pures et une culture intercalaire d'une rangee de mil a chandelle pour trois rangees d'arachide, a partir d'une serie d'experiences menees au Centre ICRISAT sous differentes conditions de milieu. Des etudes sur l'identification de genotypes d'arachide pour la culture intercalaire ont revele que les types d'arachide a maturation tardive, semi-rampants ou a stolon ont les meilleurs rendements dans la culture en association, mais cette situation n'a pas toujours entraine une amelioration globale du rendement pour l'ensemble du systeme. On peut conclure de ces observations que la culture intercalaire arachide/cereale, de meme que la culture intercalaire arachide/cultures annuelles a longue saison peuvent donner de meilleurs rendements que la culture pure. Ces quelques observations laissent egalement a penser que ces avantages peuvent etre partiellement dus a une utilisation plus efficace de la lumiere, mais des recherches ulterieures seront necessaires pour determiner l'importance de ce facteur lumiere lorsque les ressources du sous-sol sont limitees.

Session 6

Groundnut Entomology

Entomologie de l'arachide

Resistance of Groundnuts to Insects and Mites

W.V. Campbell and J.C. Wynne

Plants with resistance to insects and mites offer the most economical method of combatting pests. There may, however, be problems of acceptability of such cultivars. A pest-management approach to insect control opens the way to use of cultivars with low to moderate resistance to pest complexes. Mechanisms of resistance are listed and defined. Resistance may be biochemical or biophysical in nature. Field, greenhouse, and laboratory methods of evaluation of germplasm for resistance to pests are discussed and their particular advantages and disadvantages highlighted. Specific data are given on the resistance of groundnuts in the USA to foliage-feeding insects (thrips, leafhoppers, fall armyworm, corn earworm), to spider mites, and to soil insects (lesser cornstalk borer, Southern corn rootworm). The importance of multiple-pest resistance is stressed using the cultivar NC-6 as an example.

Resistance de l'arachide aux insectes et aux acariens

M.V. Campbell et J.C. Wynne

L'utilisation de plantes résistantes aux insectes et aux acariens constitue la méthode la plus économique de lutte contre les parasites. Il peut cependant se poser des problèmes d'acceptabilité de ces cultivars. Pour la lutte contre les insectes l'utilisation d'une méthode de contrôle des parasites ouvre la voie à l'utilisation de cultivars ayant une résistance basse à modérée aux complexes ravageurs. Les mécanismes de résistance sont énumérés et définis. La résistance peut être biochimique ou biophysique par nature. Des méthodes d'évaluation des ressources génétiques pour leur résistance aux parasites en champ, en serre et en laboratoire sont examinées, et leurs avantages et désavantages particuliers sont soulignés. Des données spécifiques sont données sur la résistance aux États-Unis de l'arachide aux insectes mangeurs de feuilles (thrips, cicadelles, légionnaires d'automne, chenilles des épis de maïs), aux araignées rouges et aux insectes du sol (*Elasmopalpus lignosellus*, eumolpes). L'importance de la résistance à de multiples ravageurs est soulignée, en prenant comme exemple le cultivar NC-6.

Groundnut Pest Research at ICRISAT

P.W. Amin and A. Mohammad

Information has been collected on insect pests of groundnuts in the semi-arid tropics and a list of over 300 species is given. The groundnut pest situation in India is being evaluated by means of literature review and field surveys. The seasonal abundance of some major pests is being studied in both rainy and post-rainy season crops at ICRISAT Center, Hyderabad. Bud necrosis disease is an important problem of groundnuts in India and investigations are being made on the thrips vector and on the epidemiology of the disease which is caused by Tomato Spotted Wilt Virus. Management practices for the disease are being evolved and include adjustment of sowing dates, use of high plant population, and growing of the high-yielding cultivar Robut 33-1 which has lower than average disease incidence in the field. Many germplasm lines of *Arachis hypogaea* and a limited number of wild *Arachis* species have been screened for resistance to some major pests. In the cultivated groundnut, resistance has been identified against a jassid (*Empoasca kerri*), thrips [*Frankliniella schultzei*, vector of TSWV], and pod-scarifying termites. Some wild *Arachis* species have shown resistance to an aphid (*Aphis oraoivora*). Some groundnut lines have shown multiple resistance to thrips, jassids, and termites.

La recherche sur les parasites de l'arachide a l'ICRISAT

P.W. Amin et A. Mohammad

Des informations ont été rassemblées sur les insectes parasites de l'arachide dans les zones tropicales semi-arides, et une liste de plus de 300 espèces est donnée. La situation des parasites de l'arachide en Inde est évaluée au moyen de la lecture d'ouvrages et de publications et d'études sur le terrain. L'abondance saisonnière de quelques-uns des principaux parasites est étudiée pour les plantes cultivées en saison des pluies et après la saison des pluies au Centre ICRISAT, à Hyderabad. La maladie de la nécrose des bourgeons est un problème important pour les arachides en Inde, et des recherches ont été entreprises sur le vecteur thrips et sur l'épidémiologie de la maladie qui est causée par le virus de la maladie des taches de bronze de la tomate. Des pratiques de lutte des maladies sont impliquées dans la recherche. Ces pratiques comprennent: l'ajustement des dates de semis, l'utilisation d'une population de plantes plus élevée, et l'utilisation d'un cultivar à haut rendement, Robut 33-1, qui a une incidence à la maladie en champ inférieure à la moyenne. Un grand nombre de lignées des ressources génétiques d'*Arachis hypogaea* et un nombre limité d'espèces d'*Arachis* à croissance spontanée ont été criblées pour leur résistance à quelques-uns des principaux parasites. En ce qui concerne l'arachide cultivée, la résistance a été identifiée contre des jassides (*Empoasca kerri*), des thrips (*Frankliniella schultzei*, vecteur de TSWV), et des termites mangeuses de gousses. Quelques espèces d'*Arachis* à croissance spontanée se sont montrées résistantes à un puceron (*Aphis oraoivora*). D'autre part, quelques lignées d'arachide ont fait preuve d'une résistance multiple aux thrips, jassides et termites.

Session 7

Groundnut Pathology

Pathologie de l'arachide

***Cylindrocladium* Black Rot (CBR) Disease of Peanut (*Arachis hypogaea* L.)**

Marvin K. Beute

First reported from Georgia, USA, in 1965, *Cylindrocladium* black rot (CBR) is now present in six states of the USA, and in Japan. The disease is serious in Virginia and North Carolina. Studies on the biology of the pathogen have shown that it produces both ascospores and conidia but it is thought that microsclerotia, that are produced abundantly in the decaying plant tissues, are the most important means of dissemination. Histological studies indicate that resistance to CBR in peanuts is linked to the ability of resistant cultivars to produce additional effective periderms. Many legumes are susceptible to the fungus and also some nonleguminous crops such as tobacco and cotton. Some cereal crops are highly resistant. Semiselective isolation media have been developed to permit accurate inoculum quantification of soils. Environmental factors favoring severe CBR expression are high soil moisture followed by a period of extreme moisture stress and high soil temperatures. Nematode populations (mainly *Meloidogyne* spp) were shown to be a major factor influencing the disease incidence x inoculum density relationship. The possibility of physiological specialization in the CBR fungus has been suggested. Peanut genotypes did not behave consistently at different locations.

La maladie de la pourriture noire *Cylindrocladium* de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.)

Marvin K. Beute

Decouverte pour la premiere fois en 1965 en Georgie, Etats-Unis, la pourriture noire *Cylindrocladium* (*Cylindrocladium* Black Rot - CBR) se rencontre maintenant dans six Etats des Etats-Unis et au Japon. La maladie est notamment assez importante en Virginie et en Caroline du nord. Des etudes entreprises sur la biologie du pathogene ont demontre que celui-ci produit a la fois des ascospores et des conidia, mais il semble que les microsclerotia, abondamment produites dans les tissus des plantes en decomposition, sont les moyens les plus importants de propagation de la maladie. Des etudes histologiques ont revele que la resistance de l'arachide a la CBR est liee a la capacite de cultivars resistants de produire des peridermes additionnels efficaces. Plusieurs cereales sont hautement resistantes. Des moyens d'isolement semi-selectifs ont ete mis au point afin de permettre une quantification precise de l'inoculum des sols. Les facteurs du milieu favorisant une manifestation grave de CBR sont: une humidite importante du sol suivie d'une periode d'extreme contrainte d'humidite et des temperatures elevees du sol. Des populations de nematodes (principalement les especes *Meloidogyne*) se sont revelees etre un facteur important qui influence la relation incidence de la maladie/densite d'inoculum. Il est apparu qu'une specialisation physiologique dans le champignon de la CBR etait possible. Les genotypes d'arachides n'ont pas toujours eu le meme comportement selon l'emplacement geographique.

***Sclerotinia* Blight of Groundnut -- A Disease of Major Importance in the USA**

D. Morris Porter

A *Sclerotinia* blight of peanuts was first reported in Argentina in 1922 and similar diseases were later reported in Asia and Australasia. *Sclerotinia* was first observed on peanuts in the USA in 1971 and has become a serious disease of the crop in Virginia, North Carolina and Oklahoma. Disease symptoms and types of damage caused are described. Three species of *Sclerotinia* have been delineated--*S.sclerotiorum*, *S.minor*, and *S.trifoliorun*. The causal organism of the disease in Virginia was identified as *s.minor*. Infection is by mycelia from germinating soilborne *sclerotia*. The incidence and severity of *Sclerotinia* blight can be detected by aerial infrared photography. The severity of the disease, as shown by the infrared imagery, can be correlated with actual pod losses. In severely damaged crops losses can exceed 50% of expected yields. Low temperatures favor development of the disease. Mechanically injured foliage is *very* susceptible to colonization by *S.minor*. *Sclerotia* of the fungus can survive in the soil for several years and the pathogen can invade other crops. The disease is seed-borne to a *very* limited extent. Cultivars tolerant to the disease have been found. A number of fungicides were found to give partial control of the disease and some dinitrophenol herbicides were found to depress the disease. Chlorothalonil applied for foliar diseases control appeared to enhance the severity of *Sclerotinia* blight. Captafol was found to have a similar effect.

La fletrissure *Sclerotinia* de l'arachide: une maladie tres importante aux Etats-Unis

D. Morris Porter

La fletrissure *Sclerotinia* de l'arachide est apparue pour la premiere fois en 1922 en Argentine, puis peu apres en Asie et en Australie. On l'a observee pour la premiere fois en 1971 aux Etats-Unis sur l'arachide. Depuis cette date, elle est devenue une maladie tres nefaste aux cultures en Virginie, en Caroline du nord et en Oklahoma. Ce rapport decrit les symptomes de cette maladie ainsi que le type de degats qu'elle peut causer. Des precisions sont donnees sur trois especes de *Sclerotinia*: *S. sclerotiorum*, *S. minor* et *S. trifoliorum*. L'organisme generateur de la maladie en Virginie a ete identifie comme etant le *S. minor*. L'infection est repandue par des mycelia a partir de sclerotes en germination nes du sol. La gravite et l'incidence de la fletrissure *Sclerotinia* peuvent etre detectees par photographies aeriennes a infra-rouge. On peut faire la correlation entre la gravite de la maladie, telle qu'elle peut apparaitre au travers des images a infra-rouge, et les pertes reelles en gousses. Dans le cas de cultures serieusement endommagees, les pertes peuvent depasser 50% des rendements prevus. Les basses temperatures favorisent la propagation de la maladie. Les feuilles dechirees par des machines agricoles sont tres sensibles a la colonisation par *S. minor*. Les sclerotes des champignons peuvent survivre dans le sol pendant plusieurs annees, et les pathogenes peuvent infester d'autres cultures. La maladie est nee du sol, mais seulement dans une mesure tres limitee. On a decouvert des cultivars tolerants a la maladie. On a egalement trouve un certain nombre de fongicides susceptibles de lutter partiellement contre la maladie, ainsi que quelques herbicides au dinitrophenol capables de l'affaiblir. Lorsque l'on applique du chlorothalonil pour lutter contre les maladies foliaires, on observe que la gravite de la fletrissure *Sclerotinia* s'accroît. La même constatation a ete faite au sujet du Captafol.

Groundnut Foliar Disease in the United States

D.H. Smith

The most widespread foliar diseases of groundnut caused by fungi in the USA are early leaf spot (*Cercospora arachidicola*) and late leaf spot (*Cercosporidium personation*). Since 1976 there has been a gradual shift from a predominantly early leaf spot population to a substantial amount of late leaf spot. Rust, caused by *Puccinia arachidis*, occurs annually in southern Texas where it causes losses in yield. In the other groundnut growing states the disease only appears late in the season and does little damage. Web blotch, caused by *Phoma arachidicola*, was first reported in Texas in 1972 and has now appeared in several states but epidemics have been limited to Texas and Oklahoma. *Leptosphaerulina crassiasca* is found in all groundnut producing areas of the USA causing pepper spot and leaf scorch damage; however, it is regarded as a minor disease. *Phyllosticta* leaf spot, another minor disease, has been found in Georgia and Texas. Several other minor diseases have been noted. Of the virus diseases, peanut mottle is the most widely distributed and causes economic losses in Georgia. Peanut stunt has also been widely reported but is regarded as being of minor importance. Spotted wilt has been found in Texas but at very low incidence. Foliar damage due to nutritional disorders, genetic abnormalities, and pesticide usage has been reported. Disease-management practices include crop hygiene, other cultural measures, use of fungicides, and use of resistant cultivars. Problems have arisen because of fungicide tolerance in some foliar pathogens. Future research priorities are indicated.

Maladies foliaires de l'arachide aux Etats-Unis

D.H Smith

Les maladies foliaires causees par des champignons qui sont les plus repandues aux Etats-Unis sont la cercosporiose precoce (*Cercospora arachidicola*) et la cercosporiose tardive (*Cercosporidium peysonatum*). Depuis 1976, on a observe un passage graduel d'une population de cercosporiose precoce a une quantite substantielle de cercosporiose tardive. La rouille, causee par *Puccinia arachidis*, sevit chaque annee au sud du Texas, ou elle cause d'importantes baisses de rendement. Dans les autres Etats producteurs d'arachides, cette maladie apparait plus tard dans la saison et fait moins de degats. On a trouve pour la premiere fois au Texas, en 1972, le "web blotch", cause par *Phoma avachidicola*, qui apparait maintenant dans plusieurs Etats, mais les epidemies ont ete limitees au Texas et a l'Oklahoma. On a trouve dans toutes les regions productrices d'arachides des Etats-Unis la *Leptosphaerulina crassiasca* qui provoque la maladie de "pepper rot" et la maladie du brun de l'epicea, maladies cependant considerees comme mineures. La maladie des taches *Phyllosticta*, autre maladie d'importance secondaire, a fait son apparition en Georgie et au Texas. On a egalement observe plusieurs autres maladies mineures. Parmi les maladies a virus, la marbrure de l'arachide est la plus largement repandue et celle qui cause les plus grandes pertes economiques en Georgie. Le rabougrissement de l'arachide a ete aussi observe en de nombreux endroits mais est considere comme peu important. On a par ailleurs trouve la maladie des taches jaunes au Texas, mais son incidence est tres faible. On a egalement observe des degats foliaires provoques par des troubles nutritionnels, des anomalies genetiques et l'utilisation de pesticides. Les methodes de lutte contre les maladies comprennent l'hygiene culturale, l'emploi de fongicides, l'utilisation de cultivars resistants et d'autres mesures culturales. Divers problemes sont nes de la tolerance aux fongicides de quelques pathogenes foliaires. Il semble prioritaire d'engager de nouvelles recherches sur cette question.

Research on Fungal Diseases of Groundnut at ICRISAT

P. Subrahmanyam, V.K. Mehan, D.J. Nevill, and D. McDonald

During the years 1976-80 research was carried out at ICRISAT on rust, *Mycosphaerella* leafspots, seed and seedling diseases, pod rot, and aflatoxin contamination problems of groundnut. Most emphasis was placed on the search for sources of genetic resistance. Screening of some 10 000 germplasm collection entries using field, greenhouse, and laboratory methods, and using both natural infection and artificial inoculation, resulted in the isolation of 30 genotypes with good resistance to rust (*Puccinia arachidis*) and 15 with resistance to late leafspot (*Cercosporidium personatum*). All but three of the late leafspot resistant genotypes were also resistant to rust. Immunity, and high resistance to rust, late leafspot, and early leafspot (*Cercospora arachidicola*) have been found among wild *Arachis* species.

Species of *Fusarium*, particularly *F.solani* and *F.oxysporum*, play dominant roles in the pod-rot complex at ICRISAT. About 2000 genotypes have been screened for resistance to this disease under natural field inoculum and promising entries have been selected for further screening.

Genotypes found resistant to colonization of seeds by *Aspergillus flavus* in the USA have been shown to be resistant to Indian strains of the toxigenic fungus. Some other genotypes have also been shown to be resistant and one of these, J 11, is a nationally released variety in India.

Recherches realisees a l'ICRISAT sur les maladies fongiques de l'arachide

P. Subrahmanyam, V.K. Mehan, D.J. Nevill, et D. McDonald

Durant les annees 1976 a 1980, des recherches ont ete menees a l'ICRISAT sur la rouille, la maladie des taches foliaires *Mycosphaerella*, les maladies des semences et des plantes de semis, la pourriture des gousses et les problemes de contamination de l'arachide par l'aflatoxine. Le criblage de quelque 10 000 entrees d'une collection de ressources genetiques faisant appel a differentes methodes sur les champs, en serre et en laboratoire, et utilisant l'ensemencement naturel et artificiel, a permis d'isoler 30 genotypes ayant une bonne resistance a la rouille (*Puccinia arachidis*) et 15 genotypes resistants a la cercosporiose tardive (*Cercosporidium personatum*). Tous les genotypes resistants a la cercosporiose tardive, sauf trois, se sont averes etre egalement resistants a la rouille. On a trouve, chez les especes d'*Arachis* a croissance spontanee, une immunité et une forte resistance a la rouille, a la cercosporiose tardive et a la cercosporiose precoce (*Cercospora arachidicola*).

Des especes de *Fusarium*, en particulier *F. solani* et *F. oxysporum*, jouent un r61e dominant dans le complexe de l'ICRISAT specialise dans la pourriture des gousses. Environ 2 000 genotypes ont ete cribles pour leur resistance a ces maladies, sous un inoculum naturel et en champ, et des entrees prometteuses ont ete selectionnees pour un prochain criblage.

Les genotypes resistants a la colonisation des graines par l'*Aspergillus flavus* aux Etats-Unis se sont averes etre egalement resistants aux races indiennes des champignons toxigeniques. Quelques autres genotypes se sont egalement reveles resistants. L'un d'entre eux, J 11, est une variete diffusee au plan national en Inde.

Studies of Resistance to Foliar Pathogens

D.J. Nevill

Three fungicides (Calixin, Bavistin, Daconil) were used to control rust (*Puccinia arachidis*), leafspots (*Cercosporidium personation* and *Cercospora arachidicola*), and both diseases together, thus enabling estimates to be made of crop losses from separate and combined attacks. Susceptible but high yielding, and resistant but lower yielding cultivars were so treated and indications obtained of the potential of disease resistance.

A detached leaf technique was used to study leafspot disease reactions in detail. Large varietal differences in the expression of *C.personatum* symptoms were found. Components of resistance to this fungus estimated in laboratory tests were significantly correlated with field scores. For both leafspot diseases, resistance was associated with reduced sporulation, longer latent periods, and reduced defoliation. When values of leaf damage, spore production, and defoliation were estimated for each day of a simulated growing season, the model predicted that defoliation caused by the leafspot pathogens can be eliminated by use of the resistance levels that exist within *Arachis hypogaea*. Similar techniques were used for the study of rust resistance. Only one character, numbers of lesions per unit leaf area, could be correlated with field disease scores. It was concluded that only the most resistant and susceptible cultivars could be separated by the detached leaf technique.

Investigations into the genetic control of leafspots resistance are described.

Etudes sur la resistance aux pathogenes foliaires

D.J. Nevill

Trois fongicides (Calixin, Bavistin, Daconil) ont ete utilises pour lutter contre la rouille (*Puccinia arachidis*), les taches des feuilles (*Cereosporidium personatum* et *Cercospora arachidicola*), et ces deux types de maladies ensemble, afin de nous permettre d'estimer les pertes de rendement a la suite d'infestations isolees ou combinees. Des cultivars susceptibles mais a haut rendement, ainsi que des cultivars resistants mais a plus faible rendement, ont ete ainsi traites, et ont permis d'obtenir des informations sur le potentiel de resistance aux maladies.

Une technique a base d'analyses sur des feuilles detachees a ete utilisee pour etudier en detail les reactions a la maladie des taches. On a observe de grandes differences varietales dans l'expression des symptomes de *C. personation*. Les composantes de resistance a ces champignons, estimees par des tests de laboratoire, ont montre une tres grande correlation avec les notes de pointage en champs. Pour les deux maladies des taches, la resistance a ete associee a une sporulation reduite, des periodes de latence plus longues et une defoliation limitee. Apres avoir estime, pour chaque jour d'une periode de croissance simulee, les valeurs des degats sur les feuilles, la production de spores et la defoliation, il est apparu que la defoliation causee par les pathogenes de taches des feuilles peut etre eliminee si l'on utilise les niveaux de resistance qui existent chez l'*Arachis hypogaea*. On a utilise des techniques semblables pour l'etude de la resistance a la rouille. Un seul caractere, le nombre de lesions par unite de superficie des feuilles, peut etre rattache aux notes de pointage en champ des maladies. On en a conclu que seuls les cultivars les plus resistants et les plus susceptibles pouvaient etre separes par la technique des feuilles detachees.

Des recherches sur le controle genetique de la resistance a la tache des feuilles sont egalement expliquees.

International Aspects of Groundnut Virus Research

D.V.R. Reddy

Several virus diseases of groundnut occur in the semi-arid tropics (SAT) and some are economically important. Previous reports of occurrence have been largely based on visual symptoms. Data on their incidence, distribution, and the losses caused by them, are often incomplete or lacking. Methods for screening germplasm have not been devised for most virus diseases and few sources of resistance have been identified.

Initially it is essential to achieve successful sap transmission of viruses present in crude plant extracts. Important criteria employed in characterization of viruses are serology, electron microscopy, physical and chemical properties, and host range. Three economically important virus diseases of groundnut occurring in India have been characterized using the criteria mentioned.

Very few novel methods for the management of virus diseases are available. The production of resistant cultivars is a basic requirement. For an understanding of the ecology of virus diseases it is essential to know their mode of transmission and factors contributing to the multiplication and spread of the vectors. The effects of various cultural practices may then be investigated to formulate measures for reducing the incidence and spread of virus diseases.

For characterization and purification of viruses, elaborate and expensive equipment and availability of highly trained scientific and technical staff are essential. It is not practical to set up fully equipped virus laboratories in all areas of the SAT where research on groundnut viruses is considered desirable. However, groundnut virologists from ICRISAT or other well equipped institutions could visit areas of the SAT and, in collaboration with national scientists, carry out surveys to determine the occurrence and distribution of important groundnut virus diseases. The basic technology for such work could readily be prepared at ICRISAT and taken to the survey areas. This would include seeds of diagnostic hosts, antisera and the required materials and reagents to use them, and fixatives to prepare tissues for eventual electron microscopy.

Problems could arise where an important virus disease was of relatively restricted distribution and where no fully equipped virus laboratory was available to carry out virus characterization, purification, and production of antisera. This problem could be solved if virus laboratories, in technically advanced countries, into which live infected plant material can be imported, could cooperate in purification and production of antisera.

Aspects internationaux de la recherche sur les virus de l'arachide

D.V.R. Reddy

Plusieurs maladies virales de l'arachide apparaissent dans les zones tropicales semi-arides et sont importantes au plan économique. Les rapports précédents sur l'occurrence de ces maladies ont été très largement basés sur des symptômes visuels. Les données sur leur incidence, leur répartition et les pertes qu'elles entraînent sont souvent incomplètes, sinon inexistantes. Pour la plupart des maladies virales, aucune méthode de criblage des ressources génétiques n'a été élaborée, et peu de sources de résistance ont été identifiées.

En premier lieu, il est essentiel de réaliser une bonne transmission par la sève des virus présents dans les extraits de plantes brutes. Les critères les plus importants utilisés dans la caractérisation des virus sont la sérologie, la microscopie électronique, et l'examen des propriétés physiques et chimiques et de l'étendue des hôtes. Trois maladies virales de l'arachide, très importantes au plan économique, et sévissant en Inde, ont été caractérisées au moyen des critères sus-mentionnés.

Très peu de méthodes nouvelles de lutte contre les maladies virales sont disponibles. La production de cultivars résistants est une exigence fondamentale. Pour comprendre l'écologie des maladies virales, il est essentiel de connaître leur mode de transmission ainsi que les facteurs contribuant à la multiplication et à la propagation des vecteurs. Les effets de diverses pratiques culturales peuvent alors faire l'objet de recherches en vue de la formulation de mesures visant à réduire l'incidence et la propagation des maladies virales.

Pour la caractérisation et la purification des virus, il faut avant tout disposer d'un équipement élaboré et onéreux et d'un personnel scientifique et technique hautement qualifié. Il n'est pas envisageable d'installer des laboratoires parfaitement équipés dans toutes les régions des zones tropicales semi-arides où la recherche sur les virus de l'arachide serait très souhaitable. Cependant, des virologistes spécialisés dans l'arachide, venus de l'ICRISAT ou d'autres institutions bien équipées, pourraient visiter les régions tropicales semi-arides et, en collaboration avec les chercheurs nationaux, entreprendre des études pour déterminer l'occurrence et la répartition des plus importantes maladies virales de l'arachide. La technologie de base pour un tel travail pourrait être facilement préparée à l'ICRISAT et transportée dans les zones d'études. Cette technologie devrait comprendre: des semences d'hôtes diagnostiques, des antiséras et les matériels et réactifs nécessaires pour les utiliser, ainsi que des fixatifs pour préparer les tissus à une éventuelle microscopie électronique.

Des problèmes pourraient surgir lorsqu'une importante maladie virale a eu une répartition relativement limitée, et lorsque l'on a effectué la caractérisation, la purification et la production du virus dans un laboratoire de virologie insuffisamment équipé. Ce problème pourrait être résolu si des laboratoires de virus, dans des pays techniquement avancés desquels on pourrait importer un matériel de plantes infectées, pouvaient coopérer dans la purification et la production des antiséras.

Groundnut Virus Research at ICRISAT

A.M. Ghanekar

Bud necrosis, clump and peanut mottle virus diseases are economically important in India. Symptoms of bud necrosis disease have been described under field conditions and in laboratory tests. It has been shown to be caused by tomato spotted wilt virus on the basis of serology, electron microscopy, host range, and transmission by thrips. Cowpea and *Petunia hybrida* are good diagnostic hosts. No reliable sources of resistance have been located in *A.hypogaea*, but *A.chacoense*, *A.glabrata*, *Arachis* sp (PI 262848), and *A.pusilla* have not become infected with the disease so far. Cultural practices, such as early planting with high plant populations, reduced the disease incidence.

Peanut clump disease was detected in crops grown in the sandy soils of Punjab and Gujarat. Symptoms on groundnut have been described and *phaseolus vulgaris* and *Canavalia ensiformis* have been identified as diagnostic hosts. The virus has been purified. Clump disease is caused by a rod-shaped virus of 200-500 nm in length, and 23-25 nm in width, with a central hollow core. The virus was not serologically related to tobacco rattle and pea early browning viruses. The disease was shown to be soilborne and is possibly transmitted by nematodes, although this is yet to be confirmed. Clump disease occurring in India resembles in some respects the clump reported from W.Africa. Application of nematicides were very effective in controlling the disease. Screening for disease resistance has been initiated in soils where the disease had been recurring for three consecutive years. Eight genotypes appeared to be tolerant to the disease and will be retested under field and laboratory conditions.

Symptoms of peanut mottle virus disease, now known to occur in all groundnut growing countries, have been described, *phaseolus vulgaris* (cv Topcrop) is a good diagnostic host. The virus was characterized on the basis of serology, electron microscopy, transmission by aphids, and host range. The virus has been purified and an antiserum prepared. A spray inoculation technique has been developed for field screening of germplasm lines for resistance. Although none of the 200 germplasm lines screened so far were found to be resistant, over 1000 kernels from two genotypes, EC 76446 (292) and PI 259747, have not shown any seed transmission.

Two virus diseases of minor importance, caused by cowpea mild mottle virus and peanut green mosaic virus, have also been characterized.

Recherches realisees a IICRISAT sur les virus de l'arachide

A.M. Ghanekar

Les maladies virales de la necrose des bourgeons, du clump et de la marbrure de l'arachide sont tres importantes au plan economique en Inde. Les symptomes de la maladie de la necrose des bourgeons sont decrits sous des conditions de champs et dans des tests de laboratoire. Sur la base de la serologie, de la microscopie electronique et de l'examen de l'etendue d'hotes et de la transmission par thrips, il est demontre que cette maladie est causee par le virus de la maladie des taches de bronze de la tomate. Le *niebe* et le *Petunia hybrida* sont de bons hotes diagnostiques. Aucune source faible de resistance n'a ete trouvee dans *A. hypogaea*, mais *A. chacoense*, *A. glabrata*, l'espece PI 262848 d'*Arachis* et *A. pusilla* n'ont pas, jusqu'a present, ete infectees par la maladie. Les pratiques culturelles, telles que la plantation precoce avec d'importantes populations de plantes se sont averees reduire l'incidence de la maladie.

La maladie du clump de l'arachide a ete detectee dans les plantes cultivees sur les sols sableux du Punjab et du Gujarat. Ses symptomes sur l'arachide ont ete decrits, et *Phaseolus vulgaris* et *Canavalia ensiformis* ont ete identifiees comme hotes diagnostiques. Le virus a ete purifie. La maladie du clump est causee par un virus en forme de tige de 200 a 500 nm de longueur et de 23 a 25 nm de largeur, avec un coeur central creux. Le virus n'a pas ete rattache, sur le plan serologique, au virus de la maladie du rattle du tabac ni au brunissement precoce du pois. La maladie s'est revelee etre nee du sol et semble, bien que ce ne soit pas confirme, etre transmise par des nematodes. La maladie du clump sevrissant en Inde ressemble par certains aspects a celle que l'on trouve en Afrique occidentale. Dans la lutte contre les maladies, l'application de nematocides s'est averee tres efficace. Le criblage pour la resistance a la maladie a commence dans les sols ou la maladie est apparue depuis trois annees consecutives. Huit genotypes se sont reveles etre tolerants a la maladie et devront faire l'objet de nouveaux tests sous des conditions de champs et de laboratoire.

Les symptomes de la maladie virale de la marbrure de l'arachide, dont on sait maintenant qu'elle apparait dans tous les pays producteurs d'arachides, sont decrits. *Phaseolus vulgaris* (cv Topcrop) est un bon hôte diagnostique. Le virus a ete caracterise sur la base de la serologie, de la microscopie electronique et de l'examen de la transmission par pucerons et de l'etendue d'hotes. Le virus a ete purifie, et on a prepare un antiserum. Une technique d'inoculation par pulverisation a ete mise au point pour le criblage en champ pour la resistance des lignees de ressources genetiques. Bien qu'aucune des 200 lignees criblees jusqu'a present ne se soient revelees resistantes, plus de 1000 graines des deux genotypes, EC 76446 (292) et PI 259747, n'ont montre aucune transmission entre les semences.

Deux maladies virales secondaires, causees par la marbrure legere du *niebe* et la mosaïque verte de l'arachide, ont ete egalement caracterisees.

Session 8

Country Reports

Rapports sur les pays

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Australia

K.J. Middleton

Groundnut Production in Australia in recent years has ranged from 32 000 to 62 000 tons from an area of 32 000 - 36 000 ha. A Virginia bunch cultivar is grown on 75-80% of the area, the remainder being sown with Spanish types. Production is highly mechanized and heavily capitalized. Most groundnuts are intended for the edible market and production of oil is incidental to that of edible kernels. While average yields are low (1250 kg/ha), yields in excess of 6000 kg/ha have been achieved. Soil physical conditions and poor rainfall limit production. Diseases are also important and aflatoxin contamination is a serious problem. Further research is required into soil physical conditions and tillage methods. An integration of agronomy, breeding, soil conservation, engineering, and pathology is needed to find answers that will improve yields and minimize production costs.

Production et utilisation de l'arachide, et problemes et besoins futurs de recherche en Australie

K.J. Middleton

Au cours des dernieres annees, la production d'arachide en Australie s'est etalee entre 32 000 et 62 000 tonnes pour une superficie cultivee de 32 000 a 36 000 ha. Un cultivar Virginia buissonnant est cultive sur 75 a 80% du territoire, l'autre partie du pays etant semee en types Spanish. La production est tres mecanisee et les exploitations sont tres riches. La plupart des arachides sont des arachides de bouche commercialisees, la production d'huile etant accessoire a celle des graines de bouche. Bien que les rendements moyens soient bas (1250 kg/ha), des rendements en excedant de 6000 kg/ha ont ete obtenus. Les conditions physiques du sol et les pluies insuffisantes limitent la production. Les maladies sont egalement importantes et la contamination par l'aflatoxine est un probleme grave. Des recherche supplementaires sont necessaires sur les conditions physiques du sol et les methodes de travail du sol. Il est egalement necessaire de realiser une integration de l'agronomie, de la selection, de la conservation du sol, de l'ingenierie et de la pathologie afin de trouver les moyens d'ameliorer les rendements et de minimiser les couts de production.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Bangladesh

M.A. Hamid

In 1977-78 groundnut production in Bangladesh was 27 000 long tons from some 58 000 acres sown, giving an average yield of 1050 lb/acre. Groundnuts may be grown throughout the year but are most profitable when grown in the September-March period. Groundnuts are used for oil production and for confectionery purposes. *Cercospora* leaf spots and *Sclerotinia* blight are the principal diseases. Aflatoxin contamination is a problem. Pests include hairy caterpillars, ants, leaf rolling insects, and aphids. Research needs include variety introduction, selection and breeding for high yield, oil content, and resistance to pests and diseases. Research is also required on symbiotic nitrogen fixation and on seedviability.

Production et utilisation de l'arachide, et problèmes et besoins futurs de recherche au Bangladesh

M.A. Hamid

En 1977-1978, la production d'arachide au Bangladesh a été de 27 000 tonnes pour quelque 58 000 acres cultivées, ce qui a donné un rendement moyen de 1050 livres/acre. Les arachides peuvent être cultivées toute l'année mais la production est meilleure lorsqu'elles poussent dans la période de septembre à mars. Elles sont utilisées pour la production d'huile et pour la confiserie. La cercosporiose et la fletrissure *Sclerotinia* sont les principales maladies. La contamination par l'aflatoxine est également un problème. Les principaux parasites sont les chenilles velues, les fourmis, les insectes d'enroulement des feuilles et les pucerons. Les besoins de recherche comprennent l'introduction de variétés, la sélection pour de hauts rendements, et l'amélioration de la teneur en huile et de la résistance aux parasites et aux maladies. Il est également nécessaire d'entreprendre des recherches sur la fixation symbiotique d'azote et sur la viabilité des semences.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Burma

U. Win Naing

The area sown to groundnut in Burma fluctuates from year to year. In 1979-80 some 1.5 million acres were sown and yields averaged 740 lb/acre. Over 50% of the crop is grown under rainfed conditions, while the rest is grown on fertile soils on river banks and islands along the Irrawaddy river. The main usage is for cooking oil. Research is currently being conducted on variety yields, *Rhizobium* inoculation, nutrition and fertilizers, land preparation methods,, insecticide control of leaf miner, and effect of herbicides. Breeding research and investigations into cultural practices should be expanded, and more trials done with fertilizers.

Production et utilisation de l'arachide, et problèmes et besoins futurs de recherche en Birmanie

U. Win Naing

La superficie semée en arachides en Birmanie varie d'année en année. En 1979-1980, près de 1,5 million d'acres ont été semés et les rendements ont avoisiné 740 livres/acre. Plus de 50% de la culture est cultivée sous des conditions de pluie, tandis que la seconde moitié est cultivée sur des sols fertiles de rivages de cours d'eau et d'îles situés tout le long de la rivière Irrawaddy. L'arachide est surtout utilisée pour l'huile de cuisine. La recherche porte actuellement sur les rendements variétaux, l'inoculation de *Rhizobium*, la nutrition et les engrais, les méthodes de préparation du sol, la lutte au moyen d'insecticides contre les mineuses des feuilles, et les effets des herbicides. La recherche de sélection et les études faites sur les pratiques culturales devraient s'intensifier et il conviendrait de réaliser davantage d'essais avec des engrais.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Malaysia

Halim B. Hamat and Ramli B. Mohd. Noor

The land area grown to groundnut has been fairly stable in recent years at between 5000 and 6000 ha sole crop equivalent. All the crop is grown under rain-fed conditions. Three cultivars are currently recommended and all are of the Spanish bunch type. Farmers obtain yields of fresh pods of 3.0 - 3.75 metric tons per hectare. Lime and NPK fertilizers are applied. Pests and diseases very rarely cause problems. Most groundnuts are marketed as fresh pods; some are used for oil or for confectionery purposes. Research activity is focused on breeding and varietal evaluation, development of cultural and management practices, nutrition, insect pest, disease and weed control studies. Research is also required on mechanization of cultivation and of pest and disease control, and on farming systems. There is also a need to look for new ways of utilizing groundnuts.

Production et utilisation de l'arachide, et problèmes et besoins futurs de recherche en Malaisie

Halim B. Hamat et Ramli B. Mohd. Noor

La superficie des terres cultivées en arachides a été relativement stable dans les dernières années, se situant entre 5000 et 6000 ha en équivalent de cultures pures. Toutes les plantes sont cultivées sous des conditions d'irrigation par l'eau de pluie. Trois cultivars sont actuellement recommandés, et sont tous trois du type Spanish buissonnant. Les exploitants obtiennent des rendements en gousses fraîches de 3 à 3,75 tonnes métriques par hectare. Des engrais à la chaux et à NPK sont appliqués. Les parasites et les maladies causent rarement des problèmes. La plupart des arachides sont commercialisées sous forme de gousses fraîches; quelques-unes sont utilisées pour l'huile ou la confiserie. Les activités de recherches sont concentrées sur la sélection et l'évaluation variétale, de recherches sont concentrées sur la sélection et évaluation variétale, la mise au point de pratiques culturales et de gestion, et des études sur la nutrition, les insectes ravageurs, et la lutte contre les maladies et les mauvaises herbes. Il est également demandé de faire des recherches sur la mécanisation des méthodes de culture et des moyens de lutte contre les parasites et les maladies, de même que sur les systèmes d'exploitation. Il est également nécessaire de rechercher de nouvelles applications de l'arachide.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Thailand

Arwooth Na Lampang, Terd Charoenwatana, and Dumrong Tiyawalee

Groundnut production in Thailand in 1978 was 127 000 metric tons from 106 000 ha, an average yield of 1206 kg/ha. Production has been remarkably constant over the last 10 years, but it is hoped to double it by 1984. Three cultivars have been released to farmers, these are medium-seeded types to satisfy a multipurpose demand. *Cercospora* leaf spots and rust can become serious late in the growing seasons. Stem and collar rots can cause problems if drainage is poor. Insect damage to the foliage can be severe during dry periods and systemic insecticides have been recommended for their control. Research is needed to develop larger-seeded cultivars, to develop suitable cropping systems, to improve or maintain soil productivity, and to reduce aflatoxin contamination by resistance breeding and development of cultural practices, storage, and detoxification. Staff training and provision of more research facilities are necessary if such work is to be done.

Production et utilisation de l'arachide et problèmes et besoins futurs de recherche en Thaïlande

Arwooth Na Lampang, Terd Charoenwatana, et Dumrong Tiyawalee

En 1978, la production d'arachides a été en Thaïlande de 127 000 tonnes métriques, pour 106 000 ha, donnant un rendement moyen de 1206 kg/ha. La production a été remarquablement constante tout au long des 10 dernières années, mais on espère qu'elle doublera d'ici à 1984. Trois cultivars, qui sont des types de graines moyennes et devraient satisfaire la demande très diverse, ont été diffusés auprès des exploitants. La cercosporiose et la rouille peuvent devenir importantes vers la fin de la saison de croissance. La pourriture des tiges et du collet causent des problèmes si le drainage est médiocre. Les dégâts causés par les insectes sur les feuilles peuvent être importants durant les périodes sèches, des insecticides systémiques ont donc été recommandés pour lutter contre ces ravageurs. Il est nécessaire d'entreprendre des recherches pour mettre au point des cultivars à graines plus grosses, pour mettre en place des systèmes des cultures adaptés, pour améliorer ou maintenir la productivité du sol, et pour réduire la contamination par l'aflatoxine par une sélection pour la résistance et par la mise au point de pratiques culturales, de stockage et de detoxification. La formation de personnel et la fourniture de davantage de moyens de recherche sont nécessaires si l'on veut réaliser l'ensemble de ces travaux.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Argentina

Jose R. Pietrarelli

Over the past 10 years groundnut production in Argentina has averaged 280 787 metric tons of shelled groundnuts. This was produced from 346 125 ha. Average yields were 811 kg/ha. There has been a downward trend in area sown to groundnut and this is expected to continue. Production is highly mechanized. The oil industry absorbs about 75% of total production. There are several research stations in which research is being done on breeding for yield and for resistance to diseases that attack the above ground and subterranean parts of the groundnut plant. Except for aflatoxin contamination, diseases and pests do not yet present serious problems. Research is being done on these problems. Cytogenetic studies are being made of the genus *Arachis*. Agronomic studies are being carried out and improvements are being made in production methodology. Chemical control of diseases, pests, and weeds is being investigated. Research is being directed to finding cultivars with high quality kernels of adequate size for local consumption and for the export market.

Production et utilisation de l'arachide, et problemes et besoins futurs de recherche en Argentine

Jose R. Pietrarelli

Au cours des 10 dernieres annees, la production d'arachides en Argentine a avoisine en moyenne 280 787 tonnes metriques d'arachides decortiquees pour une superficie de 346 125 ha. Les rendements moyens ont ete de 811 kg/ha. Une tendance a la baisse est apparue dans la region semee en arachides, et on s'attend a ce que celle-ci se poursuive. La production est tres mecanisee. L'industrie oleagineuse absorbe environ 75% de la production totale. Il existe plusieurs stations de recherche dans lesquelles les recherches portent sur la selection pour le rendement et pour la resistance aux maladies qui attaquent les plantes d'arachides dans le sol comme en surface. Excepte pour ce qui est la contamination par l'aflatoxine, les maladies et les parasites ne soulevent pas de graves problemes, lesquels font actuellement l'objet de recherches. Des etudes cytoteniques sont en cours sur le genre *Arachis*. Des etudes agronomiques sont egalement actuellement menees et des ameliorations sont apportees dans les methodologies de production. Des recherches ont par ailleurs ete entreprises sur la lutte chimique contre les maladies, les parasites et les mauvaises herbes. La recherche est dirigee vers l'obtention de cultivars ayant des graines de haute qualite et une taille adequate pour la consommation locale comme pour le marche d'exportation.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Brazil

A.S. Pompeu

In 1978 groundnut production in Brazil was 325 197 tons from 252 000 ha, an average yield of 1290 kg/ha. Although an important source of protein and oil, production has declined by 66% between 1972 and 1978 because of reduction in area cultivated. This has been due to a shift in interest by farmers to more profitable crops. When grown under high technology, groundnut yields of 2200 to 2500 kg/ha can be achieved. Research has been limited. In order to increase yield, it is necessary to establish multidisciplinary research teams of breeders, pathologists, agronomists, and entomologists to determine the factors limiting production. Germplasm should be introduced and evaluated, and breeding research directed at obtaining resistance to *Aspergillus flavus* and foliar diseases, at increasing oil content, and at introducing earliness. Agronomic research and research on leaf spot and rust diseases should be strengthened.

Production et utilisation de l'arachide, et problèmes et besoins futurs de recherche au Bresil

A.S. Pompeu

En 1978, la production d'arachide au Bresil etait de 325 197 tonnes, pour 252 000 ha, donnant un rendement moyen de 1290 kg/ha. Bien que l'arachide soit une source importante de proteines et d'huile, sa production a baisse de 66% entre 1972 et 1978 par suite de la diminution de la superficie cultivee. Cette situation est due a l'attitude des exploitants, qui ont prefere se tourner vers des cultures plus profitables. Lorsque l'arachide est cultivee au moyen de techniques perfectionnees, les rendements peuvent atteindre 2200 a 2500 kg/ha. La recherche a ete limitee. Si l'on veut augmenter le rendement, il est necessaire de constituer des equipes multidisciplinaires de selectionneurs, de pathologistes, d'agronomes et d'entomologistes qui pourront determiner les facteurs limitant la production. Des ressources genetiques devraient etre introduites et evaluees, et la recherche de selection devrait viser a obtenir une bonne resistance a l'*Aspergillus flavus* et aux maladies foliaires, a augmenter la teneur en huile et a introduire la precocite. La recherche agronomique et la recherche sur les maladies des taches et de la rouille devraient etre renforcees.

Peanut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research in Venezuela

Bruno Mazzani

The production of groundnuts in Venezuela in 1979 was estimated at 27 000 tons from a crop area of 14 684 ha, an average yield of 1839 kg/ha. Yield of rainfed groundnuts is highly variable ranging from 700 to 1800 kg/ha. Yields from irrigated crops are over 4 t/ha and are less variable. The main cultivars grown are Florunner (irrigated) and Red Starr (rainfed). One t/ha lime and one t/ha fertilizer (e.g. 6-12-6) are applied before sowing. All cultural practices are mechanized. Fifty percent of the crop is processed for oil and meal, the remainder is used for direct consumption. Haulms may be used as a livestock feed. Research is concerned with crop rotations, disease and pest control, chemical weeding, varietal resistance to leaf spots and rust, nutrition, and seed inoculation. Further research is needed on genetic improvement and agronomic improvement.

Production et utilisation de l'arachide, et problemes et besoins futurs de recherche au Venezuela

Bruno Mazzani

La production d'arachide au Venezuela en 1979 a ete estimee a 27 000 tonnes pour une culture plantee sur 14 684 ha et ayant donne un rendement moyen de 1839 kg/ha. Le rendement des arachides irriguees uniquement avec de l'eau de pluie est tres variable, passant de 700 a 1800 kg/ha. Les rendements des plantes irriguees artificiellement sont de plus de 4 t/ha et sont moins variables. Les principaux cultivars utilises sont Florunner (irrigue) et Red Starr (irrigue a l'eau de pluie). Une tonne/ha de chaux et une t/ha d'engrais (6-12-6) ont ete appliques avant le semis. Toutes les pratiques culturales sont mecanisees. Cinquante pour cent de la culture est cultivee pour la production d'huile et pour l'alimentation, le reste etant utilise pour la consommation directe. Les fanes peuvent etre utilisees comme aliment pour le betail. La recherche porte sur les rotations de cultures, la lutte contre les maladies et les parasites, le sarclage chimique, la resistance varietale aux taches des feuilles et a la rouille, la nutrition et l'inoculation des semences. Il sera necessaire d'entreprendre ulterieurement des recherches sur l'amelioration genetique et agronomique.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Malawi

P.K. Sibale and C.T. Kisyombe

In Malawi in 1979 the marketing organization purchased 24 300 tons of groundnuts. National production is considerably in excess of this figure as much of the crop is sold and consumed locally. Groundnuts are grown only in the rainy season (November-May) and at altitudes ranging from 200 to 1500 m. Four cultivars are currently recommended. The large-seeded "Chalimbana" is grown for the export confectionery trade. Other cultivars are grown for oil or are multipurpose. All are susceptible to the major diseases except "RG1" which is resistant to rosette virus disease. Research covers breeding, pathology, and agronomy. Breeding objectives include kernel size and yield, and resistance to rosette disease and rust. Weed control and control of pests and diseases have received much attention. Research will continue on all these problems and expanded to include breeding for resistance to *Cercospora* leaf spots and to aflatoxin contamination. Recently physiological research on factors limiting yield in Malawi has been initiated.

Production et utilisation de l'arachide, et problemes et besoins futurs de recherche au Malawi

P.K. Sibale et C.T. Kisyombe

En 1979 au Malawi la Marketing Organization (organisation du commerce) a achete 24 300 tonnes d'arachides. La production nationale est considerablement superieure a ce chiffre, car la plupart des arachides sont vendues et consommees au plan local. Les arachides ne sont cultivees que durant la saison des pluies (de novembre a mai) et a des altitudes allant de 200 a 1500 m. Quatre cultivars sont actuellement recommandes. Le "Chalimbana" a grosses graines est cultive pour le commerce d'exportation de la confiserie. D'autres cultivars sont cultives pour leur huile, ou pour differents usages. Tous sont sensibles aux principales maladies, excepte "RG1" qui est resistant a la maladie virale de la rosette. La recherche couvre la selection, la pathologie et l'agronomie. Les objectifs de la selection comprennent la taille et le rendement des graines et la resistance a la maladie de la rosette et a la rouille. La lutte contre les mauvaises herbes et contre les parasites et maladies a fait l'objet de beaucoup d'attention. La recherche continuera sur ces problemes et sera etendue a la selection pour la resistance a la cercosporiose et a la contamination par l'aflatoxine. Recemment a ete lancee une recherche physiologique sur les facteurs limitant le rendement au Malawi.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Mali

D. Soumano

Groundnut is an important export cash crop in Mali and is also important in the Malian diet. The haulms are used as livestock feed in the dry season. Production has fluctuated considerably over the past 10 years. In 1979 some 85 000 tons were produced from 112 250 ha. Pod yields ranged from 510 to 1130 kg/ha. Research has resulted in release of five commercial cultivars to farmers. Recommendations have been made on optimal cultivation techniques, date of planting, populations, use of seed protectants, use of fertilizers, and herbicide application. Further research in these areas is required and research should also be carried out on pest and disease control, symbiotic nitrogen fixation, aflatoxin detection and control, and use of groundnut hay for feeding to traction animals.

Production et utilisation de l'arachide, et problemes et besoins futurs de recherche au Mali

D. Soumano

L'arachide est une importante culture commerciale d'exportation au Mali, et est également un aliment de base du regime alimentaire du Malien. Les fanes servent a nourrir le betail pendant la saison seche. La production a considerablement fluctue tout au long des 10 dernieres annees. En 1979, quelque 85 000 tonnes ont ete produites a partir de 112 250 ha, les rendements en gousses s'etalant entre 510 et 1130 kg/ha. La recherche a permis la diffusion de cinq cultivars commerciaux aupres des exploitants. Des recommandations ont ete faites sur les techniques permettant une culture optimale, sur la date de plantation, les populations, l'utilisation des protecteurs des graines, l'utilisation des engrais et l'application d'herbicides. Il est necessaire d'entreprendre de nouvelles recherches dans ces domaines, de meme que sur la lutte contre les parasites et les maladies, la fixation symbiotique d'azote, la detection d'aflatoxine et la lutte contre cette maladie, et l'utilisation du foin d'arachide comme aliment des animaux de trait.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Mozambique

A.D. Malithano

In Mozambique most of the groundnuts are produced in the coastal areas. Production in 1970 was 55 186 tons from about 0.25 million hectares. Yields of pods ranged from 266 to 521 kg/ha. Yields are decreasing and there is a critical groundnut shortage. Standards of crop husbandry are poor and drought and diseases cause severe problems. In the short term, steps should be taken to provide farmers with seeds of good cultivars, importing these if necessary from other countries with conditions similar to Mozambique. In the long term, it is intended to develop a good germplasm collection and to breed for high yield, resistance to pests and diseases, and for adaptation to local conditions. Research is also needed on cropping systems, cultural practices, fertilizer usage, plant populations, and sowing dates. Studies are also indicated on growing groundnuts under irrigation and on mechanization of production. Research into symbiotic nitrogen fixation should be undertaken. Lack of trained manpower and of research facilities are important constraints.

Production et utilisation de l'arachide, et problemes et besoins futurs de recherche au Mozambique

A.D. Malithano

Au Mozambique, la plupart des arachides sont produites dans les zones cotieres. En 1970, la production etait de 55 186 tonnes pour environ 0,25 million d'hectares. Les rendements en gousses s'etalaien entre 266 et 521 kg/ha. Les rendements ont ensuite diminue, et une penurie critique d'arachide s'est produite. Les methodes de culture sont mediocres, et la secheresse et les maladies causent de graves problemes. Il conviendrait, a court terme, de prendre des mesures pour fournir de bons cultivars aux exploitants en les important si necessaire d'autres pays ayant des conditions similaires a celles prevalant au Mozambique. A long terme, il est prevu de mettre au point une collection de ressources genetiques et de selectionner pour un haut rendement, pour une bonne resistance aux parasites et aux maladies, et pour l'adaptation aux conditions locales. Il est egalement necessaire d'entreprendre des recherches sur les systemes de cultures, les pratiques culturelles, l'utilisation des engrais, les populations de plantes et les dates de semis. Il semble par ailleurs indiquer de faire des etudes sur les arachides cultivees sous irrigation, et sur la mecanisation de la production. Il faudrait egalement entreprendre des recherches sur la fixation symbiotique d'azote. Le manque de personnel qualifie et de moyens de recherche sont des contraintes importantes.

Groundnut Production, Research, and Research Problems in Niger

A. Mounkaila

Before 1973 groundnut comprised 45% of Niger's exports; this fell to 24% in the drought year of 1973 and to 5% in the rosette epidemic year of 1975. In the period 1969-73 the area planted to the crop was around 383 000 ha and production was around 240 000 tonnes per annum. The drought and the rosette epidemic led to a dramatic decrease in cultivated area and in production, the latter being only 74 000 tonnes in 1978. The Niger government is endeavoring to improve the situation by both technical and financial inputs. Research includes variety introduction, selection and breeding, fertilizer, insecticide and fungicide application trials. Much attention is being given to improved land use. Foundation seed production commenced in 1975 and seed of promoted varieties (55-437, 47-16, 28-206) and introduced varieties such as TS 3-1, are being supplied to seed multiplication centers. Since the 1973 drought, Niger has given priority to the production of cash crops and groundnuts rank only fourth in total production. This does not favor investment in groundnut research. There are also problems of transfer of technology from research stations to farmers' fields.

Production d'arachide, recherche, et problemes lies a la recherche au Niger

A. Mounkaila

Avant 1973, l'arachide constituait 45% des exportations du Niger; cette proportion est tombee a 24% lors de l'annee de secheresse de 1973 et a 5% au cours de l'annee 1975 qui a connu une epidemie de rosette. Dans la periode de 1969 a 1973, la superficie cultivee d'arachide etait d'environ 383 000 ha, et la production avoisinait 240 000 tonnes par an. La secheresse et l'epidemie de rosette ont entraine une tres grave diminution de la superficie cultivee et de la production, cette derniere n'ayant ete que de 74 000 tonnes en 1978. Le Gouvernement du Niger s'efforce d'ameliorer la situation par des apports tant techniques que financiers. La recherche comprend l'introduction de varietes, la selection, la fertilisation et des essais sur l'application d'insecticides et de fongicides. Une grande attention est accordee a l'amelioration de l'utilisation des terres. La fondation de production de semences a commence en 1975 et des semences de varietes promues (55-437, 47-16, 28-206) et de varietes introduites telles que TS 3-1, sont fournies a plusieurs centres de multiplication des semences. Depuis la secheresse de 1973, le Niger a donne la priorite a la production de cultures commerciales, et l'arachide ne se trouve plus que quatrieme dans la production totale. Cette situation ne favorise pas l'investissement dans la recherche sur l'arachide. Il y a d'autre part quelques problemes de transfert de technologie entre les stations de recherche et les champs des cultivateurs.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Nigeria

S.M. Misari, C. Harkness, and A.M. Fowler

A downward trend in groundnut production in Nigeria has been caused by such factors as low producer prices, scarcity of farm labor, the drought years of 1971-73, the unprecedented rosette virus epidemic of 1975, increasing incidence of rust, and crop competition because of high prices being paid for sorghum. In the Sudan Savanna areas, rainfall is now less favorable for groundnut production than previously and expansion to the Guinea Savannas to the south where rainfall is adequate is difficult because of harvesting problems, crop drying, and farmers' lack of experience with the crop. Groundnuts are cultivated for kernels, the oil derived from them, and hay for livestock feed. The kernels, oil, and expressed cake have many uses. Pests, diseases, and weeds constitute the major research problems. Millipedes and termites are the major soil pests, but white grubs, lepidopterous larvae, and nematodes also cause damage. Aphids, Jassids, and leaf beetles attack groundnut foliage. *Aphis craccivora* is the vector of groundnut rosette disease and also can cause severe direct damage. Rosette disease occurred in epidemic form in 1975 virtually destroying some 0.7 million ha of groundnuts. Possible reasons for this epidemic are considered. Rust disease caused by *Puccinia arachidis* is now endemic and causing greater damage each year. The *Mycosphaerella* early and late leaf spots remain a major problem causing large losses in yield. Chemical control of leaf spots and rust is not at present a practical proposition for most small-scale farmers. Advances have been made in breeding rosette resistant groundnuts but little progress has been made in breeding for resistance to rust and leaf spots. Weeds constitute a major production bottleneck. The parasitic species *Alectra vogelii* is becoming increasingly important but little research has been done on it to date. The problem of blind or unfilled pods is extensive but causal factors are unknown.

Production et utilisation de l'arachide, et problemes et besoins futurs de recherche au Nigeria

S.M. Misari, C. Harkness, et A.M. Fowler

La tendance a la baisse dans la production d'arachide au Nigeria a ete causee par differents facteurs tels que les bas prix des producteurs, la penurie de main-d'oeuvre agricole, la secheresse des annees 1971 a 1973, l'epidemie sans precedent de rosette de l'annee 1975, l'augmentation de l'incidence de la rouille, et la concurrence entre les cultures du fait des prix eleves payes pour le sorgho. Dans les regions de la savane soudanaise, la pluviosite est maintenant moins favorable pour la production d'arachide qu'elle ne l'etait auparavant, et l'expansion vers les regions des savanes guineennes du sud ou le regime des pluies est meilleur est rendue difficile a cause de divers problemes de recolte et de sechage des cultures, et du manque d'experience des agriculteurs sur cette culture. L'arachide est cultivee pour ses graines, l'huile qui en est extraite, et le foin qui sert d'aliment pour le betail. Les graines, l'huile et le biscuit de fourrage tires de l'arachide ont de nombreux usages. Les parasites, les maladies et les mauvaises herbes constituent les sujets plus importantes de recherche. Les parasites du sol les plus devastateurs sont les mille-pattes et les termites, mais les vers blancs, les larves des lepidopteres et les nematodes causent aussi des degats. Les pucerons, les jassides et les chrysomeles attaquent les feuilles de l'arachide. *Aphis craccivora* est le vecteur de la maladie de la rosette de l'arachide et cause egalement de grands degats aux cultures. La maladie de la rosette est apparue sous forme epidemique en 1975 et a pratiquement detruit quelque 0,7 million d'ha d'arachides. Les differentes causes possibles de cette maladie ont ete examinees. La maladie de la rouille, causee par *Puccinia arachidis* est maintenant endemique et cause d'importants degats chaque annee. La cercosporiose precoce et tardive *Mycosphaerella* demeure un probleme majeur, car elle est la cause d'importantes baisses de rendement. A l'heure actuelle, la plupart des petits exploitants ne peuvent pas utiliser des moyens chimiques pour lutter contre la maladie des taches et la rouille. Quelques progres ont ete realises dans la selection d'arachide resistantes a la rosette, mais tres peu d'ameliorations sont intervenues en matiere de selection de plantes resistantes a la rouille et a la maladie des taches. Les mauvaises herbes genent aussi enormement la production. L'espece parasite *Alectra vogelii* devient de plus en plus importante, mais tres peu de recherches ont ete entreprises jusqu'a present sur ce ravageur. Le probleme des gousses aveugles ou vides est egalement assez grave, mais ses causes en sont inconnues.

Groundnut Production and Research in Senegal

J. Gautreau and O. De Pins

Some 1.1 million hectares are sown to groundnuts in Senegal each year. Yields are influenced by several factors, of which drought is most important, but the average pod yield over the past 20 years is around 830 kg/ha. The production target is now set at 1.2 million metric tons of unshelled groundnuts. The various organizations which assist farmers are listed. Climate and soils of the major groundnut growing regions of the country are described. Groundnuts are normally grown in a 2-year rotation with millet. The main cultivations are done with animal-drawn equipment. Fertilizers are used but at low levels. Seed protectants, containing fungicides and insecticides, are generally applied. Pest damage to the growing crop is normally slight, but in recent years millipedes have caused significant damage. *Ceraospora* leaf spots are damaging in the south; rust disease appeared in 1978-79 but has done little damage. Seed invasion by *Aspergillus flavus* and aflatoxin contamination is a problem, particularly when there is drought during the maturing stage. The varieties grown are adapted to rainfall constraints, 90 days maturity cycle in the north to 120-130 days in the south. Breeding objectives are: improvement of resistance to drought; resistance to rust, leaf spots and *Aspergillus flavus*; creation of cultivars for confectionery use. Long-term studies are being made in farming systems, nutrition, and agro-climatology. Bioclimatological studies are particularly important. Pesticides are being screened and herbicides tested.

Production d'arachides et recherche au Senegal

J. Gautreau et O. De Pins

Pres d'un 1,1 million d'hectares sont semés chaque année en arachide au Senegal. Les rendements sont influencés par différents facteurs, parmi lesquels la sécheresse est le plus important. Le rendement moyen en gousses sur les 20 dernières années a été d'environ 830 kg/ha. L'objectif de production est maintenant de 1,2 million de tonnes métriques d'arachides non décortiquées. Une liste des diverses organisations qui viennent en aide aux exploitants agricoles est donnée. Le climat et les sols des principales régions productrices d'arachide du pays sont décrits. L'arachide est normalement cultivée avec le mil dans un système de rotation sur 2 ans. Les principales activités agricoles sont effectuées avec un équipement à traction animale. On utilise des engrais, mais à des taux assez bas. On applique généralement des protecteurs des semences contenant des fongicides et des insecticides. Les dégâts causés par les parasites aux cultures ne sont habituellement pas très graves, bien qu'au cours des dernières années le mille-pattes ait causé des dégâts assez importants. La cercosporiose fait des ravages dans le sud, tandis que la maladie de la rouille est apparue entre 1978 et 1979, mais à cause peu de dégâts. L'infestation des graines par l'*Aspergillus flavus* est un problème, ainsi que la contamination par l'aflatoxine, en particulier lorsqu'une sécheresse intervient lors du stade de maturation. Les variétés cultivées sont adaptées aux contraintes de pluie: cycles de maturation de 90 jours dans le nord, et de jusqu'à 120 à 130 jours dans le sud. Les objectifs de sélection sont les suivants: amélioration de la résistance à la sécheresse; résistance à la rouille, aux taches des feuilles et à l'*Aspergillus flavus*; et création de cultivars destinés à la confiserie. Les études bioclimatologiques sont particulièrement importantes. Les pesticides sont en cours de criblage et les herbicides sont testés.

Groundnut Production and Research Problems in the Sudan

H.M. Ishag, M.A. Ali, and A.B. Ahmadi

Sudan is the fourth leading country in groundnut production after India, China, and the United States. Production has increased three-fold since 1965. Average yields of pods are low, 600 kg/ha for rainfed crops and 1440 kg/ha for irrigated crops. Agronomy trials have shown yield responses from mechanical cultivations, high plant populations, and application of phosphorus. Breeding research is aimed at developing cultivars suited to the three major production areas and for rainfed and irrigated conditions. Bird, rat, and insect pests and various fungal and virus diseases are being investigated. Weeds are important, particularly in the early stages of crop growth.

Production d'arachides et problemes de recherche au Soudan

H.M. Ishag, M.A. Ali, et A.B. Ahmadi

Le Soudan est le quatrieme pays producteur d'arachides apres l'Inde, la Chine et les Etats-Unis. La production a plus que triple depuis 1965. Les rendements moyens en gousses sont bas, 600 kg/ha pour les cultures alimentees en eau de pluie et 1440 kg/ha pour les cultures irriguees. Des essais agronomiques ont montre des reponses du rendement a la culture mecanique, a de hautes populations de plantes et a l'application de phosphore. La recherche de selection vise a mettre au point des cultivars adaptes aux trois principales zones de production, et aux conditions d'irrigation ou d'alimentation par l'eau de pluie. Des recherches sont en cours sur les oiseaux, les rats, les insectes parasites et diverses maladies fongiques et virales. Les mauvaises herbes sont importantes, en particulier au cours des premiers stades de croissance des plantes.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Tanzania

A. Bolton

Approximately 100 000 ha are sown to groundnuts in Tanzania and yields are estimated at 350-700 kg/ha of dried pods. Groundnuts are usually grown mixed with other crops. Only a small proportion of the crop produce is sold to the official marketing organization because of the low prices offered. Variety trials have been conducted on local and on introduced cultivars. Yield trials on local cultivars have shown them to have adequate yields under reasonable agronomic conditions, and some introductions have given promising results in preliminary trials. Population studies and intercropping trials are being done. A number of insect pests have been found and disease problems encountered include *Cercospora* leaf spots, root rots, and stem rots.

Production et utilisation de l'arachide, et problèmes et besoins futurs de recherche en Tanzanie

A. Bolton

Environ 100 000 ha en Tanzanie sont plantés en arachides, et les rendements sont estimés à 350-700 kg/ha en gousses séchées. Les arachides sont généralement cultivées en association avec d'autres plantes. Seulement une petite proportion de la récolte produite est vendue à une organisation commerciale officielle en raison des bas prix qui sont offerts. Des essais variétaux ont été réalisés sur des cultivars locaux et introduits. Des essais de rendement sur des cultivars locaux ont montré que ceux-ci avaient des rendements adéquats sous des conditions agronomiques raisonnables, et quelques introductions ont donné des résultats prometteurs au cours des essais préliminaires. Des études sur les populations et des essais de culture intercalaire sont en cours. On a trouvé un certain nombre d'insectes parasites, et rencontré divers problèmes de maladies, notamment la cercosporiose, le pourridie et la pourriture des tiges.

Groundnut Production, Utilization, Research Problems, and Further Research Needs in Zimbabwe

G.L. Hildebrand

The total area sown to groundnuts in Zimbabwe in 1979/80 is estimated at 374 600 ha, of which 371 000 ha was accounted for by small-scale farms and rural areas (yield 310-540 kg/ha) and 3600 ha by large-scale farms (yield 1640-3500 kg/ha). All groundnut sales are made through the Grain Marketing Board. The two main types of groundnut grown are the long-season Virginia cultivars which are usually grown under irrigation and give high yields (upto 9600 kg/ha), and the short-season Spanish and Valencia cultivars which are mainly grown as rainfed crops when they give low yields. Yields are much affected by altitude and by weather conditions, particularly by temperatures and radiation. Research has concentrated on variety improvement, physiology, and growth analysis. Diseases are not *very* serious but research is being done to breed cultivars resistant to *Phoma arachidicola*, *Cercospora arachidicola*, and *Puccinia arachidis*. Control of these foliar diseases by fungicides has given promising results under high-input conditions. Mechanization of cultivations and use of chemical weed control has also been promising. Further research is needed on breeding for high yield and quality, drought tolerance, disease and pest resistance, seed dormancy at harvest, reduced vegetative growth, and good shelling quality. More information is needed on pests and diseases. Some important agronomic and nutritional problems have yet to be solved.

Production et utilisation de l'arachide, et problèmes et besoins futurs de recherche au Zimbabwe

G.L. Hildebrand

La superficie totale plantée en arachides au Zimbabwe en 1979/1980 a été estimée à 374 600 ha, dont 371 000 ha sont cultivées par des exploitations de petite taille et situées en zone rurale (rendement: 310 à 540 kg/ha), et 3600 ha par de grandes exploitations (rendement: 1640 à 3500 kg/ha). Toutes les ventes d'arachides se font par l'intermédiaire du Grain Marketing Board. Les deux principaux types d'arachides cultivés sont les cultivars Virginia à longue saison qui poussent habituellement sous irrigation et donnent des rendements élevés (jusqu'à 9600 kg/ha), et les cultivars Spanish et Valencia à courte saison qui ont habituellement de faibles rendements s'ils ne sont irrigués que par l'eau de pluie. Les rendements sont très variables selon l'altitude et les conditions climatiques, et dépendent en particulier des températures et des radiations. La recherche a été concentrée sur l'amélioration variétale, la physiologie et l'analyse de croissance. Les maladies ne sont pas très graves mais des recherches ont été entreprises en vue de sélectionner des cultivars résistants au *Phoma arachidicola*, au *Cercospora arachidicola* et au *Puccinia arachidis*. La lutte contre ces maladies foliaires au moyen de fongicides a donné des résultats prometteurs sous des conditions d'apports importants. La mécanisation des cultures et l'utilisation de produits chimiques pour lutter contre les mauvaises herbes ont été également prometteurs. Il est maintenant nécessaire de faire des recherches sur la sélection pour un rendement élevé et une bonne qualité, la tolérance à la sécheresse, la résistance aux maladies et aux parasites, la dormance des graines à la récolte, la croissance végétative réduite et la bonne qualité de décortiquage. Davantage d'informations s'avèrent nécessaires sur les parasites et les maladies, et quelques problèmes agronomiques et nutritionnels importants doivent encore être résolus.

Appendix I/Appendice I

Poster Session

Communications hors session

Groundnut Breeding: Some Considerations

R. Pankaja Reddy and N.G.P. Rao

Early maturing bunch type groundnuts have largely been replaced by runner types in many parts of the USA. This subspecific shift has not taken place in India or Africa. Under uncertain rainfall situations in India runners are grown but under the more assured conditions of irrigation bunch forms are grown, which is the reverse of the USA system. The question of whether the subspecific status of rainy and post-rainy crops in India should be changed needs investigation. The modern cultivars in the USA are more efficient in partitioning photosynthates to the pods but this does not appear to be happening with Indian cultivars and priority should be given to this by breeders. Through the choice of suitable parents it should prove possible to generate material which is suited to both rainy and post-rainy seasons in India. Groundnut also offers scope for fitting into profitable and stable intercropping, relay cropping and sequential cropping systems. This again should be a priority research area.

Selection d'arachide: quelques considerations

R. Pankaja Reddy et N.G.P. Rao

Les arachides de type buissonnant a maturation hative ont ete largement remplacees, dans de nombreuses parties des Etats-Unis d'Amerique, par des types d'arachides eriges. Ce changement ne s'est pas produit en Inde ou en Afrique. En Inde, les types eriges sont cultives sur des emplacements a pluviosite incertaine, tandis que les formes buissonnantes sont cultivees sous des conditions d'irrigation plus sures, ce qui est exactement l'inverse du systeme americain. Il est necessaire d'entreprendre des recherches pour savoir s'il conviendrait de modifier cette condition de cultures cultivees pendant les pluies ou apres la saison des pluies. Les derniers cultivars adoptes aux Etats-Unis separent plus efficacement les photosynthates des gousses, ce qui ne semble pas etre le cas pour les cultivars indiens; les selectionneurs devraient en consequence donner la priorite a l'etude de cette question. Il devrait etre possible, si l'on choisit mieux les geniteurs appropries, d'obtenir un materiel qui soit adopte tant a la saison des pluies qu'a la periode situee entre la saison des pluies et la saison seche. L'arachide semble, d'autre part, pouvoir etre adaptee a une culture en association rentable et stable, ainsi qu'a une culture relais ou a tous autres systemes de cultures sequentielles. Des recherches devraient egalement etre entreprises de maniere prioritaire sur cette question.

Groundnut Research at Punjab Agricultural University

Groundnut production has increased rapidly since the crop was first introduced in 1931. Presently the crop occupies 0.13 million hectares with an average yield of about 886 kg/ha. About 82% of the crop is grown under rainfed conditions, and groundnuts are rotated with irrigated wheat. Five groundnut cultivars have been released since breeding commenced, and one of these cultivars, M-13, has been released on a national basis. The cultivar M-13, however, is too late in maturity for Punjab conditions, and it has been replaced by new cultivars. The latest cultivar, M-37, was released in 1980, specifically for rainfed conditions. A new package of agronomic practices has been evolved which has substantially increased yields. White grubs, aphids, leaf webbers, termites, and hairy caterpillars are serious insect pests. Considerable research has been conducted on the biology and control of these pests, both by chemicals and by identifying sources of resistance. Of the diseases, collar rot and leaf spots are important and control measures have been recommended.

La recherche sur l'arachide a l'Universite' agricole du Punjab

Depuis que l'arachide a ete introduite pour la premiere fois, en 1931, sa production a augmente rapidement. A l'heure actuelle, cette plante est cultivee sur 0,13 million d'hectares, et son rendement moyen est d'approximativement 886 kg/ha. Environ 82% des cultures poussent sous des conditions d'irrigation par l'eau de pluie, et les arachides sont cultivees en rotation avec le ble irrigue. Cinq cultivars d'arachide ont ete mis en circulation depuis que la selection a commence, dont l'un d'entre eux, M-13, a ete diffuse sur une base nationale. Mais ce cultivar, M-13, ayant une maturation trop tardive pour les conditions existant a Punjab, a ete remplace par de nouveaux cultivars. Le dernier cultivar, lance en 1980, est plus precisement adapte a des conditions d'irrigation par l'eau de pluie. Un nouvel ensemble de pratiques culturelles, qui a permis d'augmenter sensiblement les rendements, a ete elabore. Les vers blancs, les pucerons, les lydes, les termites et les chenilles velues sont des insectes parasites importants. Une vaste recherche a ete entreprise en matiere de biologie et de lutte contre ces parasites, tant par des moyens chimiques que par l'identification des sources de resistance. Parmi les maladies, la pourriture du collet et les taches foliaires sont particulierement importantes, et il a ete recommande de prendre des mesures de lutte contre ces maladies. Le virus du "clump" est une maladie relativement nouvelle et preoccupante. Il semble qu'elle soit transmise par le sol; on recherche actuellement des methodes de lutte.

Production Problems in Groundnut—Impact of Improved Technology Relating Mainly to Conditions in the Punjab, India

J.S. Saini

On the research farm the approved package of practices increased the pod yield by 133%, shelling by 7.5%, total oil yield by 169%, and the haulm yield by 134% over the farmers' local practices. The most important among the production factors were protective irrigation, weed control, harvesting at full maturity and fertilizer application. Omission of these factors from the package of practices reduced the mean pod yield by 33%, 32%, 26%, and 20%, respectively. Control of leaf spots was only important during a high rainfall season. When some of the more important practices were tested in unreplicated large plots (0.4 ha) on farmers' fields they gave on an average yields of 1730 kg/ha compared to 1170 kg/ha obtained from the local methods. This represented a yield increase of 48%. Future research strategies are also discussed to further enhance yields.

Problemes de production d'arachide - Incidences des techniques ameliorees, en particulier sous les conditions du Punjab, en Inde

J.S. Saini

Sur la station experimentale, l'ensemble des techniques ameliorees testees ont permis d'augmenter de 133% le rendement en gousses, de 7,5% celui en graines decortiquees, de 169% la production totale d'huile et de 134% le rendement en fanes, par rapport aux rendements obtenus au moyen des techniques locales des paysans. Parmi les facteurs de production, les plus importants sont l'irrigation de protection, la lutte contre les mauvaises herbes, la recolte a pleine maturite et l'application d'engrais. Si l'un de ces facteurs n'est pas pris en compte dans l'ensemble des pratiques culturelles, le rendement moyen en gousses diminue respectivement de 33%, 32%, 26% et 20%. La lutte contre les taches foliaires ne s'est revelee vraiment essentielle que durant la periode des fortes pluies. Lorsque quelques-unes des pratiques les plus importantes ont ete testees, de maniere non repetitive, sur de grandes parcelles (0,4 ha) de terrains appartenant aux paysans, elles ont permis d'obtenir un rendement moyen de 1730 kg/ha, par comparaison a celui de 1170 kg/ha obtenus au moyen des methodes locales. Ces chiffres representent une augmentation de rendement de 48%. Des strategies de recherche sont egalement etudiees pour l'avenir, en vue d'ameliorer encore les rendements.

Induced Mutants in Peanut (*Arachis hypogaea*)

M.V.R. Prasad and Swarnalata Kaul

It was envisaged that the use of mutagens was a possible method whereby increased pod production could be achieved with a reduction in plant canopy structure. Seeds of standard Spanish and Virginia cultivars were subjected to a wide range of mutagens such as gamma rays, EMS, and NMJ in different doses. In the Spanish cultivars, mutants characterized by a compact canopy frame and short internodes invariably produced fewer pods. Mutants with a large number of pods did not have compact canopies. A Virginia runner mutant with narrow leaves was developed however from a Spanish cultivar. In addition to the narrow leaf character, there was an increased number of nodules in the deeper areas of the root zone, a reduced susceptibility to leaf spots, an increase in pod number and the seeds were non-dormant. In Virginia types it was possible to develop mutants combining a compact canopy and more pods, as well as high yielding plants without any compaction of the canopy. The useful mutants are being utilized in recombination breeding programs.

Les mutants provoques dans l'arachide (*Arachis hypogaea*)

M.V.R. Prasad et Swarnalata Kaul

L'utilisation de mutagenes a ete envisagee comme methode susceptible d'accroitre la production en gousses tout en reduisant la structure de voute de la plante. Des semences de cultivars standards Spanish et Virginia ont ete soumis a une vaste gamme de mutagenes tels des rayons gamma, EMS, et NMJ, a des dosages differents. En ce qui concerne les cultivars Spanish, les mutants caracterises par un cadre compact de voute et de courts entre-noeuds produisent invariablement moins de gousses. Les mutants qui ont un grand nombre de gousses n'ont pas de voute compacte. Un mutant buissonnant de type Virginia, a feuilles etroites, a cependant ete obtenu a partir d'un cultivar Spanish. Outre le caractere des feuilles etroites, on a observe un nombre plus important de nodules dans les parties les plus profondes de la zone radicale du sol, une sensibilite moins grande aux taches foliaires et une augmentation de la quantite de gousses, et les graines se sont revelees non dormantes. En ce qui concerne le type Virginia, il a ete possible de mettre au point des mutants assortis d'une voute compacte et comportant davantage de gousses; il a ete egalement possible d'obtenir des plantes a bon rendement sans aucune compacite de voute. Les mutants utiles sont utilises lors de la recombinaison des programmes de selection.

The Differentiation and Identification of the Chromosomes and the Embryology of *Arachis* with Reference to Alien Incorporation in Groundnut

U.R. Murty, P.B. Kirti, M. Bharati and N.G.P. Rao

Triploid interspecific hybrids were produced between 10 varieties of *Arachis hypogaea* L. and a wild diploid species, *A. chacoense* (PI 276235). The hybrids exhibited varying chiasma frequencies, indicated differences in the pairing ability of the chromosomes in the different groundnut varieties and suggested possibilities of increasing the success of alien incorporation. To enable general cytogenetic studies, and particularly to identify alien addition and substitution races, the twenty pachytene chromosomes of groundnut were identified, described and classified for the first time. The 'A' chromosome was found to correspond to a small chromosome that was completely heterochromatic.

To fill the gap in our knowledge of seed failure in some *Arachis* species, the embryology of a rhizomatous species was studied. Fertilization proceeded slowly and incompletely and seed failure was brought about by a cessation in the endosperm development and by a hyperplastic development of the endothelium. Triploid interspecific hybrids exhibited embryological features suggestive of non-recurrent apomixis.

La différenciation et l'identification des chromosomes et l'embryologie de l'*Arachis* en ce qui concerne (l'incorporation d'étrangers dans l'arachide

U.R. Murty, P.B. Kirti, M. Bharati et N.G.P. Rao

Des hybrides triploïdes interspécifiques ont été obtenus à partir de 10 variétés d'*Arachis hypogaea* L. et d'une espèce diploïde à croissance spontanée, *A. chacoense* (PI 276235). Les hybrides des différentes variétés d'arachides ont montré diverses fréquences de chiasme, révèle des différences dans leur capacité d'accouplement des chromosomes, et ont permis de penser qu'il serait possible d'obtenir de meilleurs résultats dans l'incorporation d'étrangers. Pour permettre des études cytogénétiques générales, en particulier en vue d'identifier l'addition d'étrangers et les souches de substitution, les vingt chromosomes pachytènes de l'arachide ont été, pour la première fois, identifiés, décrits et classifiés. On a trouvé que le chromosome "A" correspondait à un petit chromosome qui était totalement hétérochromatique.

Pour combler la lacune dans nos connaissances sur les causes des échecs de semis pour quelques espèces d'*Arachis*, on a étudié l'embryologie d'espèces rhizomateuses. La fertilisation a été réalisée lentement et de manière incomplète, et l'échec des semis a été causé, d'une part, par la cessation du développement endosperme, et, d'autre part, par le développement hyperplastique de l'endothélium. Les hybrides triploïdes interspécifiques ont révélé des traits embryologiques révélateurs d'une apomixie non récurrente.

Appendix II / Appendice II

Participants

M.A. All-
Agricultural Research Corporation
Director General's Office
Wad Medani, Sudan

P.W. Amin
Entomologist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

V. Arunachalam
National Fellow
Indian Agricultural Research Institute
Regional Station
Rajendranagar
Hyderabad 500 030, India

D.R.C. Bakhetia
Entomologist (Oilseeds)
Punjab Agricultural University
Ludhiana 141 004
Punjab, India

M.K. Beute
Department of Plant Pathology
North Carolina State University
Raleigh, NC 27650, USA

A. Bolton
ODA Oilseeds Team
Agricultural Research Institute
P.O. Box 509
Mtwara, Tanzania

I.S. Campbell
International Intern
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

W.V. Campbell
Department of Entomology
North Carolina State University
P.O. Box 5215
Raleigh, NC 27650, USA

A.S. Chahal
Plant Pathologist (Oilseeds)
Punjab Agricultural University
Ludhiana 141 004
Punjab, India

T. Charoenwatana
Faculty of Agriculture
Khon Kaen University
Khon Kaen, Thailand

J.S. Chohan
Joint Director
Plant Disease Clinic
Communication Center
Punjab Agricultural University
Ludhiana 141 004
Punjab, India

D. Cummins
Associate Planning Director
Peanut CRSP
Georgia Experiment Station
Experiment, Georgia 30212, USA

P.J. Dart
Principal Microbiologist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

J.C. Davies
Director for International Cooperation
ICRISAT

N.D. Desai
Research Scientist (Oilseeds)
Gujarat Agricultural University
Junagadh 362 001
Gujarat, India

A.L. Doto
University of Dar es Salaam
Department of Crop Science
P.O. Box 643
Morogoro, Tanzania

S.L. Dwivedi
Plant Breeder
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

N. Fivawo
Research Division
Ministry of Agriculture
P.O. Box 7091
Dar es Salaam, Tanzania

C.N. Floyd
International Intern
Farming Systems Research Program
ICRISAT

J. Gautreau
Institut Senegalais de
Recherches Agricoles
CNRA de Bambey, Senegal

A.M. Ghanekar
 Virologist
 Groundnut Improvement Program
 ICRISAT

M.P. Ghewande
 Scientist (Plant Pathology)
 Directorate of Oilseeds Research
 Rajendranagar
 Hyderabad 500 030, India

R.W. Gibbons
 Principal Plant Breeder and
 Program Leader
 Groundnut Improvement Program
 ICRISAT

B.S. Gill
 National Fellow
 Gujarat Agricultural University
 Junagadh 362 001
 Gujarat, India

P. Gillier
 Oleagineux Annuels
 Institut de Recherches pour les
 Huiles et Oleagineux
 11, Square Petrarque
 75016 Paris, France

T. Goto
 International Intern
 Groundnut Improvement Program
 ICRISAT

H.B. Hamat
 Field Crop Research Station
 Lot 206/94 Sect. 20
 Jalan Raja Dewa Hulu
 Kota Bham, Kelantan, Malaysia

M.A. Hamid*
 Scientific Officer
 Institute of Nuclear Agriculture
 Mymensingh, Bangladesh

R.O. Hammons
 USDA-SEA
 Crops Research Unit
 Coastal Plain Station
 P.O. Box 748
 Tifton, Georgia 31793, USA

C. Harkness
 Institute for Agricultural Research
 Ahmadu Bello University
 PMB 1044, Zaria, Nigeria

G.L. Hildebrand
 Crop Breeding Institute
 P.O. Box 8100
 Causeway, Zimbabwe

H.M. Ishag
 Agriculture Research Corporation
 Gezira Research Station
 Wad Medani, Sudan

C.R. Jackson
 Planning Director
 Peanut CRSP
 Georgia Experiment Station
 Experiment, Georgia 30212, USA

S.V. Jaiswal
 Groundnut Breeder
 Punjab Agricultural University
 Ludhiana 141 004
 Punjab, India

N.C. Joshi
 Director
 CPPTI
 Rajendranagar
 Hyderabad 500 030, India

J.S. Kanwar
 Director of Research
 ICRISAT

C.T. Kisyombe
 Ministry of Agriculture
 and Natural Resources
 Chitedze A.R.S.
 P.O. Box 158
 Lilongwe, Malawi

A. Krausz
 P.O. Box 30726
 Plant Genetic Resources
 West German Embassy
 Addis Ababa
 Ethiopia

K.S. Labana
 Senior Oilseeds Breeder
 Punjab Agricultural University
 Ludhiana 141 004
 Punjab, India

*Contributed a paper but could not attend the workshop.

A. Na Lampang
Field Crop Division
Department of Agriculture
Bangkhen, Bangkok, Thailand

A.D. Malithano
Faculty of Agriculture
University of Eduardo Mondlane
C.P. 257, Maputo, Mozambique

B. Mazzani
CENIAP-IIA
AP.Postal 4653
Maracay, 20101, Venezuela

D.E. McCloud
International Programs
University of Florida
Chitedze A.R.S.
P.O. Box 158
Lilongwe, Malawi

D. McDonald
Principal Plant Pathologist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

V.K. Mehan
Plant Pathologist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

J.V. Mertin
Workshop Editor
6 Watson Street
Fullarton 5063
South Australia

K.J. Middleton
Department of Primary Industries
Bjelke-Petersen Research Station
Kingaroy, Queensland, Australia

S.M. Misari
Institute for Agricultural Research
Ahmadu Bello University
PMB 1044, Zaria, Nigeria

D.P. Misra
Director
National Research Centre for
Groundnut (ICAR)
Opp. Timbawadi
Junagadh 362 002
Gujarat, India

V.V. Modha
Chief Agronomist
The Vanaspati Manufacturers'
Association of India
6th Floor, Harilela House
28/32 Mint Road
Bombay 400 001, India

A.B. Mohammad
Entomologist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

J.P. Moss
Principal Cytogeneticist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

Adamou Mounkaila
Ge'neticien
Section Arachide
CNRA/Tarna
B.P. 240, Maradi, Niger

U.R. Murty
National Fellow
All India Coordinated Sorghum
Improvement Project
IARI Station
Rajendranagar
Hyderabad 500 030, India

U. Win Naing
Agriculture Corporation
Magwe Division
Magwe, Burma

P.T.C. Nambiar
Microbiologist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

A. Narayanan
Professor of Crop Physiology
Andhra Pradesh Agricultural University
Rajendranagar
Hyderabad 500 030, India

D.J. Nevill
International Intern
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

S.N. Nigam
Plant Breeder
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

A.J. Norden
Agronomy Department
University of Florida
Gainesville, Florida 32611, USA

G.D. Patil
Oilseeds Specialist
MPKV
Jalgaon 425 001
Maharashtra, India

S.H. Patil
Bhabha Atomic Research Centre
Biology and Agriculture Division
Bombay 400 085, India

J.R. Pietrarelli
INTA, Manfredi Research Station, 5988
Manfredi, Argentina

O. De Pins
Institut Sene'galais de
Recherches Agricoles
CNRA de Bambey, Senegal

A.S. Pompeu
Instituto Agronomico, CP28
13100 Campinas, S.P., Brazil

D.M. Porter
USDA-SEA
Peanut Research Unit
Tidewater Research Center
Suffolk, Virginia 23437, USA

M.V.R. Prasad
Geneticist
Indian Agricultural Research Institute
Regional Station
Rajendranagar
Hyderabad 500 030, India

Mrs. T.N. Raina
French Interpreter
M-19 Greater Kailash I
New Delhi, India

V. Raghunathan
Deputy Director
CPPTI
Rajendranagar
Hyderabad 500 030, India

N. Rajagopal
Asst. Oilseeds Specialist
Regional Oilseeds Research Station
Kadiri 515 501
Anantapur District, A.P., India

V.S. Raman
Professor and Cytogeneticist (Oilseeds)
Tamil Nadu Agricultural University
Coimbatore 641 003
Tamil Nadu, India

V.R. Rao
Botanist
Genetic Resources Unit
ICRISAT

V. Ravindranath
Plant Pathologist
IARI Regional Station
Rajendranagar
Hyderabad 500 030, India

C. Raja Reddy
Senior Scientist, Groundnut Breeding
National Agricultural Research Project
S.V. Agricultural College
Tirupati 2, A.P., India

D.V.R. Reddy
Principal Virologist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

M.S. Reddy
Agronomist
Farming Systems Research Program
ICRISAT

M.S.S. Reddy
Oilseeds Specialist
Andhra Pradesh Agricultural University
Agricultural Research Institute
Rajendranagar
Hyderabad 500 030, India

M.V. Reddy
Head, Department of Plant Breeding
College of Agriculture
Bapatla, A.P., India

P.S. Reddy
Project Coordinator (Groundnut)
Punjabrao Krishi Vidyapeeth
Akola 444 104
Maharashtra, India

R. Pankaja Reddy
Groundnut Geneticist
All India Coordinated Sorghum
Improvement Project
Rajendranagar
Hyderabad, India

J.S. Saini
Agronomist (Oilseeds)
Department of Plant Breeding
Punjab Agricultural University
Ludhiana 141 004
Punjab, India

D.C. Sastri
Cytogeneticist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

I.S. Sekhon
Department of Plant Breeding
Punjab Agricultural University
Ludhiana 141 004
Punjab, India

P.K. Sibale
Ministry of Agriculture
and Natural Resources
Chitedze A.R.S.
P.O. Box 158
Lilongwe, Malawi

A.B. Singh
Breeder (Groundnut)
Groundnut Research Station
Mainpuri 205 001
Uttar Pradesh, India

A.K. Singh
Cytogeneticist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

Vikram Singh
Project Director
Directorate of Oilseeds Research
Rajendranagar
Hyderabad 500 030, India

Mrs. Pushpa Singhal
French Interpreter
Asian African Legal
Consultative Committee
27 Ring Road, Lajpat Nagar IV
New Delhi, India

D.H. Smith
Texas Agriculture Experiment Station
Texas A & M University System
P.O. Box 755
Yoakum, Texas 77995, USA

D. Soumano
Recherche Agronomique
de Sotuba
B.P. 258
Bamako, Mali

H.T. Stalker
Department of Crop Science
North Carolina State University
Raleigh, NC 27650, USA

P. Subrahmanyam
Plant Pathologist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

L.D. Swindale
Director General
ICRISAT

J.M. Ten
University of Dar es Salaam
Department of Crop Science
P.O. Box 643
Morogoro, Tanzania

S. Thangavelu
Breeder (Oilseeds)
Cashew Research Station
Vriddhachalam 606 001
Tamil Nadu, India

D. Tiyawalee
Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Chiang Mai, Thailand

R.W. Willey
Principal Agronomist
Farming Systems Research Program
ICRISAT

J.H. Williams
Principal Physiologist
Groundnut Improvement Program
ICRISAT

J.C. Wynne
Department of Crop Science
North Carolina State University
Raleigh, NC 27650
USA

T.P. Yadava
Project Leader
Department of Plant Breeding
Haryana Agricultural University
Hissar
Haryana 125 004, India



**International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
ICRISAT Patancheru P.O.
Andhra Pradesh 502 324, India**